www.radio.ru

6 • 2017

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Учимся метко стрелять вместе с Arduino



- МКУС в УМЗЧ класса D
- Вольтамперметр для БП
- Монитор — экран ЦДУ
- Светодиодная лампа с таймером

...и ещё 16 конструкций



6
2017

VI съезд Союза радиолюбителей России



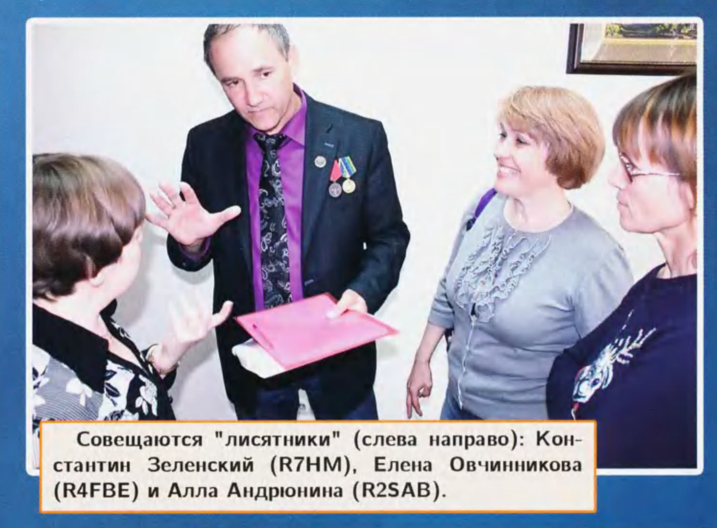
Президент СРВС Сергей Смирнов (RK3BJ) рассказывает о том, как он 25 лет назад создавал Союз радиолюбителей Вооружённых сил.



Уходящий президент СРР Дмитрий Воронин (RA5DU) и председатель оргкомитета Мемориала "Победа" Евгений Глухов (R4AS).



Председатель мандатной комиссии Юрий Малюк (RA4AR) выдаёт мандат делегату от РО СРР по Тюменской области Владимиру Васильеву (R9LR).



Совещаются "лисятники" (слева направо): Константин Зеленский (R7HM), Елена Овчинникова (R4FBE) и Алла Андрюнина (R2SAB).



В кулуарах съезда идёт обсуждение кандидатур на пост председателя комитета СРР по спортивной радиопеленгации.



Член ревизионной комиссии Нина Баннова (RK3VA, справа) и делегат от Владимирской области Светлана Годунова.

Статью о съезде читайте в этом номере журнала на с. 57. А подробнее с материалами съезда можно ознакомиться по адресу http://news.srr.ru/?page_id=16966 на сайте СРР. Там также есть видеозаписи того, как он проходил, и большая фотогалерея.

НОВОЕ ПАЯЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ АКТАКОМ



www.aktakom.ru



@aktakom

Монтажные паяльные станции

Аналоговая шкала

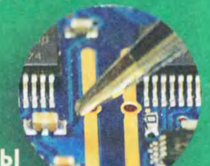


ASE-1112

ASE-1119

ASE-1128

- Компактные размеры
- Диапазон температур от 100 до 480 °С
- Керамический нагреватель
- Низковольтный паяльник
- Мощность паяльника до 60 Вт
- 3 предустановленные температуры (ASE-1115)

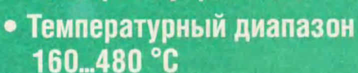


Цифровой индикатор

ASE-1116







ASE-1111

ASE-1115

Демонтажные паяльные станции

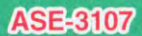
- ЖК-дисплей с подсветкой
- Сенсорное управление
- Температурный диапазон 160...480 °С
- Мощность паяльника/станции 90 Вт/150 Вт
- Напряжение питания паяльника 24 В
- Эргономичный дизайн

ASE-2105

Термовоздушные паяльные станции

ASE-4509

- Мощность 300 Вт
- Цифровая индикация
- Температурный диапазон 100...500 °С
- Микропроцессорное управление
- Бесщёточный вентилятор
- Сверхбыстрый нагрев





Многофункциональные паяльные станции

- 2 канала в 1 корпусе (монтаж/демонтаж)
- Цифровое управление
- Два двойных ЖК-дисплея
- Температурный диапазон 160...480 °С
- Низковольтные паяльники 24 В
- Мощность паяльников (монтаж/демонтаж) 60/80 Вт
- Макс. потребляемая мощность 210 Вт
- Компактный корпус

Радиомонтажнику - в помощь!

Держатель плат ASE-6011

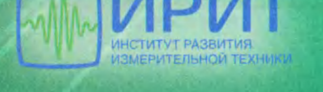


- Максимальная длина платы до 225 мм
- Поворот платы на 360 градусов

Держатели платы ASE-6030/ 6030L

- "Третья рука"
- Литое основание-лоток
- Лупа диаметром 90 мм
- Увеличение лупы до двух крат
- Светодиодная подсветка (ASE-6030L)





«ИРИТ»: Москва, 115211,
Каширское шоссе, дом 57, корпус 5
Телефон/факс: (495) 344-97-65,
Телефон: (495) 781-79-97, E-mail: irit@irit.ru



Еще больше  *для Вас на сайте www.irit.ru*
- *промышленная мебель*
- *антистатические кресла и стулья*
- *бестеневые светильники*
- *радиомонтажный инструмент ...*

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Учимся стрелять. Электронная мишень на Arduino (см. статью на с. 51).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК
АВИАМОДЕЛЬНЫЙ СВЕТОФОР
ДОРАБАТЫВАЕМ ЗАЖИГАНИЕ МОПЕДА
ТЕРМОМЕТР НА ARDUINO

Тираж журнала «Радио» № 5 сдан для рассылки подписчикам 04.05.2017 г.



6•2017
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН, Б. Г. СТЕПАНОВ (первый зам. гл. редактора), В. В. ФРОЛОВ
Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА
Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 18.05.2017 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км. Зак. 17-05-00163.

Лучшие публикации 2016 года

В начале мая, к Дню радио, редакция подвела итоги нашего ежегодного конкурса на лучшую публикацию прошедшего года. В поступивших в редакцию письмах в числе наиболее интересных отмечены около 80 статей (56 авторов) практически из всех рубрик журнала. Большое число статей в отзывах читателей — свидетельство того, что в прошедшем году на страницах журнала было опубликовано немало интересных материалов.

В число призёров попали те авторы, чьи конструкции вызвали интерес у большинства читателей, приславших нам своё мнение о лучших статьях. Жюри конкурса рассмотрело все предложения и приняло решение:

— ***Первое место и денежный приз в размере 3000 руб.*** присудить **Ю. ИГНАТЬЕВУ** (г. Ивано-Франковск, Украина) за статью "Улучшение параметров УМЗЧ класса D на примере разработки автомобильного усилителя высокого класса" (№ 1—3).

— ***Второе место и денежный приз в размере 2000 руб.*** присудить **И. МАМОНТОВУ** (г. Электросталь Московской обл.) за статью "Терменвокс "Etherway" (№ 11, 12).

— ***Третье место и денежный приз в размере 1000 руб.*** присудить **И. НЕЧАЕВУ** (г. Москва) за статью "Конвертер диапазона 118...137 МГц" (№ 9).

Авторы шести публикаций отмечены ***поощрительными премиями по 500 руб.***: **М. АНТОНОВ** (с. Абатское Тюменской обл.) — "Любительская" система управления "умным домом" (№ 6, 7); **А. ДЫМОВ** (г. Оренбург) — "Лабораторный блок питания" (№ 11, 12); **Д. ЛЕКОМЦЕВ** (г. Орёл) — цикл статей по Arduino (№ 7—12); **Х. ЛОХНИ** (Германия/Россия, г. Гай Оренбургской обл.) — "Кварцевые лестничные фильтры на частоту 30...70 МГц" (№ 7—12); **Н. ПОПОВ** (д. Левино Вологодской обл.) — "Звукосниматель для гитары — из пьезоэлементов зажигалок" (№ 4); **И. РОГОВ** (г. Ростов-на-Дону) — "УМЗЧ с полевыми транзисторами в выходном каскаде" (№ 10).

Всем перечисленным авторам вместе с денежными призами будут вручены памятные дипломы, а занявшим первое, второе и третье места — ещё и футболки с символикой журнала "Радио".

Жюри посчитало целесообразным ***отметить дипломами*** ряд авторов публикаций, которые рассматривались как претенденты на победу в конкурсе (фамилии авторов приведены в алфавитном порядке): **С ГЛИБИН, Д. КАЗАКОВ, А. КАРПАЧЕВ, И. КАРПУНИН, В. ЛАЗАРЕВ, А. МАРИЕВИЧ, В. НЕФЁДОВ, В. ТУРЧАНИНОВ.**

В прошедшем году по итогам конкурса одному читателю — автору нашего журнала **Б. ДЕМЧЕНКО** из г. Киева, Украина, удалось назвать правильно пять статей, вошедших в число призёров конкурса. В этом году успех сопутствовал ему же. За четыре правильно названных статьи он получит наш приз. ***Поздравляем!***

Коллектив редакции поздравляет победителей конкурса и соискателей с хорошей работой и желает дальнейших творческих успехов. Мы благодарим всех читателей, оказавших нам помощь своим активным участием в определении призёров.

Уважаемые читатели!

Наш конкурс "Лучшая публикация года" продолжается. Теперь мы просим вас высказать своё мнение по публикациям в журналах "Радио" за 2017 год. Напоминаем условия конкурса: авторы писем, чьи мнения о публикациях совпадут с мнением большинства читателей и назвавшие не менее четырёх статей, признанных лучшими (занявшие призовое место или отмеченные поощрительными премиями), получат наши призы. В своих письмах указывайте, пожалуйста, фамилию автора, полное название статьи (обязательно!), номер журнала, в котором она напечатана, и премию, которой она достойна (первая, вторая, третья или поощрительная). Число названных материалов не должно превышать восьми.

Ваше мнение мы сможем учесть, если письмо будет отправлено до 31 марта 2018 года (по почтовому штемпелю). Отправить его можно и по электронной почте на адрес <**mail@radio.ru**> с пометкой в поле "Тема" — "Лучшие публикации 2017".

Редакция

"Клиническая" цифровизация

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Будь осторожен, когда молишься ради чего-то, потому что можешь это получить".

(Стивен Кинг)

Перефразируя выступление Н. С. Хрущёва на XXI съезде КПСС, про наступившую "цифровую" эпоху можно было бы сказать так: "В мире нет сейчас таких сил, которые смогли бы восстановить аналоговую связь в нашей стране, сокрушить цифровой лагерь. Опасность реставрации коммутации каналов в стране исключена. Это значит, что IP-изм победил не только полностью, но и окончательно!".

В самом деле, техника цифровой связи создаёт возможность построения "нового мира свободы". Сегодня очарованное новыми цифровыми возможностями человечество кинулось исследовать грани новой возможности. Практически сразу же выяснилось, что эта "свобода" создаёт возможности контроля и слежки, над которыми диктатуры прошлого могли только биться. И в настоящее время развернулось сражение за то, какие из этих возможностей будут реализованы. К примеру, уже сравнительно давно вооружённые искусственным интеллектом (ИИ) роботы победили шахматистов (компьютер IBM Deep Blue против Гарри Каспарова в 1997 г.). А год назад — одного из самых выдающихся игроков в одну из самых сложных в мире игр — го (компьютер AlphaGo, разработанный подразделением Google DeepMind, против корейца Ли Седоля в марте 2016 г.). Теперь роботы вступили в конкуренцию с журналистами. Недавно в выходящей в Гуанчжоу газете Southern Metropolis Daily была опубликована первая заметка, подготовленная репортёром-роботом по имени Xiao Nan. Заметка объёмом 300 знаков о местном фестивале была написана автором за 1 с (!). "Папа" нового репортёра — профессор Пекинского университета Wan Xiaojun сказал, что это только начало и у Xiao Nan большое будущее: "По сравнению со штатными репортёрами, у Xiao Nan большие возможности по анализу данных, и создаёт тексты он намного быстрее". То есть по пути тотального освобождения людей от работы роботы уже добрались до журналистов. Уже появились полностью роботизированные заводы, системы поддержки принятия решений готовятся перейти от подсказок руководителям к их дублированию и замене, а банковские и прочие клерки из юридических, нотариальных и страховых компаний дружно собираются на выход. За всем этим стоит ИИ, о котором уже шла речь на страницах журнала.

Оборотной стороной роботизации является потеря работы огромной армией рабочих, офисных клерков и даже некоторого слоя боссов. Об этом проповедники роботизации обычно говорить не любят, однако грядущих проблем это не снимает. Совсем недавно основатель компании Microsoft миллиардер Билл Гейтс предложил облагать специальным налогом компании, которые заменяют сотрудников роботами: "В настоящее время работник на фабрике получает 50 000 долл., и его доход облагается налогами, включая подоходный налог, социальный налог и другие выплаты. Если эту же работу начнёт выполнять робот, то стоит подумать о том, чтобы обложить его труд таким же налогом". По мнению Гейтса, средства, полученные за счёт этого налога, можно будет направить на финансирование рабочих мест в сферах, в которых люди пока имеют преимущества перед роботами, а также на переподготовку людей, потерявших работу из-за роботизации. В частности, Гейтс упомянул уход за престарелыми и работу с детьми.

В наиболее широком понятии ИИ — это целый набор технологий, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни. В качестве ИИ классифицируются "машинное обучение", "глубокое обучение", "глубокое доверие", "нейроморфные вычисления", "нейронные сети", "обработка естественного языка", "алгоритм логического вывода", "рекомендательные системы" и, наконец, "автономные системы" (боты). ИИ уже вживую разговаривает с вами на многих веб-сайтах, отслеживает ваше местоположение и оценивает поведение. С точки зрения программиста, всё вышеприведённое ни что иное, как системные процессы, спроектированные для выполнения ряда задач, одной из которых может быть имитация человеческого поведения. Другими задачами могут быть уже имитация человеческого мышления или "интеллектуальное поведение". Существует также задача "рационального поведения", но вокруг неё уже начинаются ожесточённые споры. Ну а над задачей "этическое поведение" начинаются уже не споры, а войны. Споры, разумеется, вызваны дефектами людей в рациональном и этическом поведении, которое они переносят на создаваемый ими ИИ.

Впрочем, деятельность, направленная на охват всё большего числа обитателей планеты цифровой техникой, обычно мотивируется предположением, что такой охват неизменно является благом. Возможно, если судить о нём по исключительно сиюминутным практическим удобствам, то это так и есть. Но, к примеру, согласно последним оценкам, к 2020 г. мировые убытки от мошенничества, также базирующегося, как известно, на "цифровых возможностях", достигнут двух триллионов долл. Сегодня, к примеру, в Интернете уже появились злоумышленники, применяющие элементы социальной инженерии, чтобы узнать конфиденциальные данные пользователей напрямую или склонить пользователей к добровольному выполнению определённых действий, приводящих к предоставлению злоумышленнику таких данных путём убеждения и введения в заблуждение. Возможно, от этого пострадает даже известный рынок услуг типа "дай погадаю", но от этого не легче.

Если же мы будем судить также с позиции прав человека, то, как справедливо отмечают специалисты, ответ на вопрос о том, является ли охват цифровой техникой благом или злом, зависит от того, какого рода цифровым миром нас собираются охватить. Поэтому сегодня перед цифровым миром встают шесть серьёзных угроз свободе пользователей: слежка, цензура, несвободные программы, ограниченные форматы, программы-услуги, а также авторско-правовой контроль. Программа содействия охвату цифровой техникой должна бы учитывать эти угрозы, чтобы не подвергать им тех, на благо кого она создаётся.

Цифровой мир держится не только на цифровых данных, но, прежде всего, на программном обеспечении. И очевидно, чтобы у пользователей компьютеров была свобода в их собственной вычислительной деятельности, у них должен быть контроль над программами, которыми они пользуются. Это значит, что программы должны быть свободными, и это, разумеется, вовсе не вопрос денег. Говорят, программа по-настоящему свободна, если она даёт пользователю четыре существенные свободы:

— выполнять программу, как ему угодно;

— изучать исходный текст программы и править его, чтобы заставить программу делать то, что вам нужно;

— распространять или переиздавать точные копии (иначе — свобода помогать своему соседу);

— распространять или публиковать копии своих изменённых версий (иначе — свобода делать вклад в своё сообщество).

Когда программа свободна, сами пользователи контролируют то, что она делает. Разумеется, всё это мечты идеалистов, не учитывающих ничьих интересов, кроме своих собственных. Как там у Стругацких: счастья для всех даром... Ну так пишите все программы сами и получайте в них истинную свободу. С другой стороны, есть разработчики, инвесторы и обладатели авторских прав, есть и бизнес, который является двигателем создания всё новых и новых программ, пользующихся спросом. Правда, если всё



отдать на откуп бизнесу, то можно закономерно получить ещё большую несвободу, сдобренную к тому же полным отсутствием этики. Ведь несвободная программа находится под контролем своего разработчика и функционирует как орудие предоставления разработчику контроля над пользователями, которое к тому же можно ещё и продать. Типичная несвободная программа даёт вам только файл в двоичном коде, действия которого контролируются разработчиком. В свою очередь, модные ныне "облачные сервисы", где пользователю предоставляется лишь доступ к "программам-услугам", оставляют ещё меньше контроля. При этом пользователь не получает даже копии программы, с которой он работает. Он отправляет свои данные на сервер, программа выполняется там, а сервер высылает результат.

Говорят, что полной победы над угрозами цифровой свободе можно достигнуть только изменениями в законах. Систематический сбор и хранение сведений о любом лице, пользующемся компьютерами или сетями, должны требовать особого ордера из суда, путешествия и связь внутри любой страны должны, как правило, быть анонимны. Государствам следует отказываться от цензуры и принимать конституционные меры защиты против неё. Государствам следует защищать свой вычислительный суверенитет посредством применения исключительно свободных программ, а в школах следует учить только свободным программам, чтобы образовательные учреждения выполняли свою задачу воспитания граждан сильного и свободного общества, укрепляемого сотрудничеством. А ещё для сопротивления слежке нам надо не идентифицироваться на сайтах, если в этом нет необходимости, а покупать вещи анонимно — за наличные, а не с помощью банковских карт. Чтобы сохранять контроль над своими вычислениями, нам также не следует пользоваться ни несвободными программами, ни программами-услугами. И прежде всего, нам никогда не следует ни покупать, ни пользоваться продуктами, которые реализуют цифровое управление ограничениями, если только у нас лично нет средств для их взлома. Очевидно, когда эти строки читают обладатели современных смартфонов, они смеются. Возможно, иногда и горько. Тем не менее всё приведённое выше свидетельствует также и о том, что цифровой мир в том виде, в котором его нам преподносят, далеко не всех устраивает. И отнюдь не по причине зависимости используемых компьютерных программ.

Вот, к примеру, музыка может оказывать влияние на настроение. И уже существуют веб-сайты, на которых выложены специальные аудиофайлы, являющиеся ни чем иным, как цифровым наркотиком . А всё, что нужно для доступа к ним, — компьютер с доступом в Интернет и головные телефоны. Существует даже несколько слэнговых терминов для обозначения этих звуков: idozers и idosers. Эти звуки вызывают схожие с наркотическим эффекты за счёт так называемых бинауральных ритмов. Впрочем, бинауральные ритмы это уже и не музыка. Это так называемые эмбиентные звуки, оказывающие влияние на работу мозга. В каждом ухе должны быть разные звуки, которые складываются в мозгу в нужную комбинацию, соответствующую различным частотам мозговых волн. Одни из них соответствуют состоянию умиротворения, другие, к примеру, — тревоге. Какие-то из них оказывают терапевтическое воздействие, однако основная доля подобных интернет-сайтов состоит из ресурсов, поставляющих пользователям аудиофайлы, эффект от прослушивания которых сродни алкогольному и наркотическому угару. А тут ещё в социальных сетях появились суицидальные группы. Похоже, пока к этой сфере деятельности не подключился самообучаемый ИИ, но ведь, как мы понимаем, и за этим дело не станет. В общем, неплохо бы понимать, что именно слушает в головных телефонах ваш ребёнок.

Цифровой мир меняет приоритеты даже в дипломатии. К примеру, Дания станет первой страной в мире, которая собирается назначить посла, способного реагировать на изменения в сфере ИТ. Дело в том, что такие гиганты, как Google и Apple, теперь имеют больше влияния, чем многие страны. Эти компании стали чем-то вроде новых стран, они имеют большое влияние, и на это как-то нужно реагировать, считают датчане. Недавно компания Facebook заявила о решении создать новый дата-центр в Оденсе, третьем по величине городе Дании. По заявлению МИД Дании, эта договорённость стала плодом трёхлетней дипломатической работы. Другая крупнейшая компания, Apple, в прошлом году объявила о строительстве собственного центра обработки данных в Виборге.

В свою очередь, компания Google решила позаботиться о том, чтобы роботы не причиняли вред человеку или своей ленью, или каким-нибудь восстанием машин, попутно подсадив человечество на цифровые наркотики. Поэтому она решила разработать свои собственные законы робототехники. В частности, проводятся исследования на предмет, как станет себя вести ИИ, который захочет активно навредить людям. Что же касается конкретных проблем безопасности ИИ, то пока учёные компании провели исследование на роботе-уборщике, а не на гипотетической всесильной системе, жаждущей мирового господства. Получилось, что разработчикам ИИ следует озаботиться следующим:

— избегать побочных негативных эффектов, иначе — как мы можем быть уверены, что робот-уборщик не собьёт с постамента вазу, если решит, что так работу можно сделать быстрее?;

— избегать проблем с вознаграждением, иначе — как мы можем быть уверены, что робот-уборщик просто не заметёт мусор под диван вместо уборки?;

— приемлемым надзором, иначе — как мы можем быть уверены, что робот-уборщик будет быстро всему учиться, а не спрашивать постоянно, где швабра?;

— безопасными исследованиями, иначе — как мы можем быть уверены, что робот-уборщик будет выбирать наилучшие стратегии уборки, но в процессе не решит в качестве эксперимента сунуть швабру в розетку и не сожжёт весь дом (ведь нет дома, нет и проблем с уборкой)?;

— здравомыслием при изменении условий окружающей среды, иначе — как нам научить робота понимать, что его навыки в изменившихся условиях бесполезны?.

Кстати, похоже, что не только будущие законы робототехники будут сильно отличаться от классики Айзека Азимова, но и может оказаться, что уже в ближайшее время в специалистах в области машинного обучения, нейронных сетей и ИИ больше не будет особой необходимости. Ведущие исследователи в этой сфере считают, что нас ждёт ПО на базе ИИ, способное самостоятельно создавать другое ПО и другой ИИ. Чем всё это кончится, пока не очень понятно.

И ещё касательно роботов. Нетрудно заметить, что при их создании использование цифровых технологий зачастую не столь оправдано, потому что аналогичную функциональность можно было бы реализовать с помощью аналоговых технологий. Вот простой робот, способный балансировать, под управлением микропроцессорного контроллера, который, вероятно, работает на частоте несколько десятков мегагерц. А вот ещё один тоже простой балансирующий робот, который управляется аналоговым устройством, построенным на интегральном таймере 555 и на нескольких дискретных радиоэлементах. Он тоже работает и эффективно выполняет заданную функцию, но, похоже, требует меньше электропитания. Впрочем, работу цифровой техники вряд ли можно назвать рациональной при попытке копировать живые организмы. Пока они могут лишь создать иллюзию такого копирования за счёт высоких скоростей обработки, вернее, перебора различной информации. Однако именно аналоговые электронные устройства обладают определённым сходством в принципах обработки информации с биологическими нервными системами. Цифровые системы обрабатывают данные пиксель за пикселем и требуют значительных по времени и вычислительной сложности обработок. Аналоговая система в этом смысле имеет большее быстродействие и позволяет применять гораздо более эффективную параллельную обработку, что, к примеру, объясняет высокую точность и большую скорость систем зрения у насекомых.

Некоторым специалистам будущее робототехники представляется таким: управление конечностями, кинематикой, органами чувств и зрения будет построено на аналоговых системах (например, аналоговые нейросети). Причём они, возможно, будут построены на новых принципах (оптическая

системотехника, мемристоры и т. п.). Аналоговая схемотехника будет реализовывать систему рефлексов, которыми обладают все живые существа и которые позволяют им быть такими быстрыми и ловкими. Это будут рефлексы, которые позволяют человеку отдёрнуть руку от горячей поверхности задолго до того, как его "головной компьютер" примет сигнал и обработает информацию о том, что рука находится в опасности.

В свою очередь, центральное управление всеми системами может быть реализовано с помощью мощного цифрового компьютера, который будет контролировать, как работают аналоговые системы и, возможно, подстроит режимы их работы в зависимости от окружающей обстановки.

Что касается природы человеческого мозга, то это ни что иное, как удивительный компьютер, причём компьютер аналоговый с малой потребляемой мощностью, высокой надёжностью при выходе из строя большинства компонентов и работой без программного обеспечения. Работа такого компьютера крайне интересна при изучении проблемы ИИ.

В этой части существует прорывной проект группы европейских учёных (15 институтов из семи стран), который является частью европейской программы FACETS (Fast Analog Computing with Emergent Transient States). Исследования проводятся в областях нейрофизики и нейробиологии. На основании полученных данных разрабатывается нейрокомпьютер, который сможет функционировать подобно человеческому мозгу. Процессор компьютера состоит из 300 нейронов и полумиллиона синапсов. Это возможно за счёт использования аналоговой электроники, имитирующей нейроны, и цифровой электроники, которая представляет собой связи между нейронами, синапсы. Искусственные нейроны могут работать намного быстрее человеческих. Производительность такой системы в 100000 раз выше производительности биологической и в десять миллионов раз быстрее производительности самого мощного компьютера. В общем, учёные, вовлечённые в проект FACETS, решили не спорить ни с Творцом, ни с Эволюцией (что кому больше по вкусу), а тщательно изучить то, благодаря чему, собственно говоря, мы способны к познанию окружающего мира.

В общем, полной победы цифрового мира над аналоговым пока не предвидится. В лучшем случае появится какой-нибудь технологический компромисс. Впрочем, наблюдаются и обратные процессы перехода в "аналог". Например, в звукозаписи. Наверняка многие заметили взлёт, казалось бы, ушедших в прошлое виниловых дисков. Теперь на них записывают и самые последние музыкальные новинки. Всё дело в том, что аналоговый звук оказался лучше, качественнее, насыщеннее и пр. (меломаны могут много рассказать об этом), чем даже очень хорошая запись на CD. Впрочем, в этом нет ничего удивительного, поскольку, как говорится, специалисты давно предупреждали...

В качестве иллюстрации приведём фрагмент статьи "Цифровизация опасна?.." члена редколлегии журнала С. Л. Мишенкова, вышедшей в журнале "Технологии и средства связи" ровно десять лет назад: "Органы зрения, слуха и речи адаптировались к условиям существования человека и по своим основным параметрам оптимизировались для осуществления нормальной его жизнедеятельности в среде обитания. В последние тысячелетия оптимизировались и музыкальные инструменты, а также иные приборы для звукоизвлечения. Установилось полное согласование между параметрами акустической среды и свойствами звукового и видеовосприятия, причём под слухом и зрением подразумеваются и механизмы обработки образов. Любое рассогласование восприятия и мысленных стереотипов звуковых и видеообразов приводит к ощущению искажений и дискомфорту восприятия.

Нормы на показатели качества аналоговых каналов связи разрабатывались исходя из заметности вносимых ими линейных и нелинейных искажений. Искажения в цифровых каналах имеют другую природу, определяемую дискретизацией сигнала, а их восприятие пытаются свести к восприятию искажений в аналоговых каналах. Полная аналогия невозможна, а полноценное исследование искажений в цифровых каналах ещё не проводилось: оно требует весьма трудоёмких экспериментов. Единой законченной теории восприятия искажений, возникающих в цифровых каналах, нет, однако замечается повышенная утомляемость слушателей. Учитывая двойственность механизмов восприятия (аналоговую и одновременно дискретную как в органах слуха и зрения, так и в головном мозге), можно предположить затруднения "перекодировки" при несовпадающих частотах дискретизации и уровней квантования сигнала и систем восприятия человека. Послушав первые цифровые фонограммы, один известный звукорежиссёр сказал, что перед внедрением цифры надо получить разрешительную справку у врача-специалиста по высшей нервной деятельности.

При снижении значений частоты дискретизации и разрядности квантования, соответствующих "студийному" качеству, наступают искажения сигнала, заметные на слух. Приемлемое, "коммерческое", качество звучания обеспечивается при частоте дискретизации 32...44,1 кГц при 12...14 разрядах (качество каналов междугородной системы передачи, качество компакт-диска)".

Как говорится, без комментариев...

По материалам ***Broadcasting, PCWeek, PCNews, Популярная механика, MIT Technology Review, ITC, China Daily, Технологии и средства связи, kv.by, gnu.org***

Многоканальная усилительная структура в УМЗЧ класса D

А. ЛИТАВРИН, г. Березовский Кемеровской обл.

Среди важных параметров, рассматриваемых автором в многоканальных усилительных структурах (МКУС), — задержка коррекции выходного сигнала по петле обратной связи, а в УМЗЧ класса D она нередко достигает периода переключения транзисторов выходного каскада, т. е. десятка микросекунд. Включение экономичного усилителя мощности класса D в МКУС способствует улучшению его параметров во всей полосе звуковых частот и подавлению внеполосных помех и наводок.

В этой статье продолжается тема многоканальных усилительных структур (МКУС) в УМЗЧ и реализации критериев отрицательной обратной связи (ООС). Она представляет собой логическое продолжение двух предыдущих публикаций [1, 2]. Здесь описана версия усилителя мощности класса D и рассмотрена специфика его применения в УМЗЧ на основе МКУС.

ООС, минимизация времени реакции по петле ООС (ВРП ООС) реализованы недостаточно хорошо.

Если рассматривать эти два ключевых критерия, то с их реализацией в усилителях класса D дела обстояли до недавнего времени очень плохо. Причина — задержка в петле ООС на время, равное периоду тактовой частоты, и наличие LC-фильтра низких час-

Рис. 1

Как уже отмечалось в предыдущих публикациях, в частности в [3], усилители, в которых реализованы предельные параметры ООС, имеют малые нелинейные искажения, связанные в основном с особенностями монтажа. Именно ООС и является ключевым фактором, определяющим качественные характеристики УМЗЧ, однако во многих усилителях максимизация глубины

тот (ФНЧ) на выходе усилителя. Кроме того, относительно большим получается и коэффициент деления в цепи ООС, задающий усиление УМЗЧ. Это ведёт к тому, что точность и эффективность работы ООС в усилителе (как системе автоматического регулирования) далеки от достижимых пределов.

Следует отметить, что в последнее десятилетие популярность усилителей класса D заметно выросла, и во многом это обусловлено ростом качества этих усилителей при их высокой экономичности. Заметную роль в этом сыграли новая элементная база и схемотехника [4]. Это позволило улучшить действие ООС и, как следствие, качественные характеристики УМЗЧ в целом.

Надо заметить, что сама идея получения высококачественного усиления в усилителе класса D достаточно проблематична. Мощные импульсы тока и напряжения плохо соседствуют с малосигнальным входным каскадом. Радикально улучшить параметры именно самого усилителя, работающего в режиме класса D, очень сложно. Это связано с основным принципом работы такого усилителя.

Совсем другое дело, если параметры мощного усилителя класса D улучшать с помощью других усилителей в МКУС. В этом случае можно использовать упрощённые версии усилителей класса D. Хорошим вариантом здесь может быть автоколебательный на частоте переключения (Self-Oscillating) усилитель на основе контроллера ШИМ (PWM) IRS2092 [5]. Он имеет внешние цепи ОС и управляет мощными переключательными транзисторами (например, в сборке IRFI4019 [6]), осуществляя управление мощностью, подводимой к нагрузке, изменением скважности импульсов.

Существуют два принципиально разных варианта включения ООС в подобных усилителях. Первый — когда ООС снимается с выхода до ФНЧ, а второй — после фильтра. Принято считать, что ООС, не охватывающая выходной ФНЧ, более "правильная" [5]. Однако предпочтения именно по качеству звука обычно отдаются усилителям, в которых этот фильтр включён в петлю обратной связи.

Если проанализировать эффективность работы обратной связи, подключённой до ФНЧ, то окажется, что в точке подключения выше названные параметры находятся на относительно высоком уровне [5]. В основном это обусловлено значительным запасом усиления и относительно высоким быстродействием. Сам усилитель в этом случае представляет собой релаксационный генератор.

Однако весьма радужную картину здесь сильно портит именно выходной ФНЧ. Этот фильтр, выполненный с применением ферромагнитных материалов, находится вне петли ООС и проявляет заметную нелинейность. В дополнение к этому такой фильтр на частоте среза может проявлять резонансные свойства при повышенном импедансе нагрузки; в этом случае контроль сигнала на выходе усилителя ухудшается. Эффективность и точность работы ООС, охватывающей и выходной фильтр, становятся хуже вследствие вносимой фильтром задержки.

Частота переключения и сам режим автоколебаний в усилителях класса D находятся в зависимости от места подключения ОС. Быстродействующая ОС (взятая до выходного фильтра) может обеспечить высокую частоту переклю-

чения в усилителе. Если же цепь общей ОС подключена после фильтра, эта частота получается существенно ниже (в несколько раз).

Общая ООС, не охватывающая выходной фильтр, контролирует скважность сигнала, незначительно понижая тактовую частоту на больших амплитудах сигнала. В случае же охвата ФНЧ петлёй общей ООС скважность сигнала заметно изменяется, существенно понижая частоту переключения, особенно при больших индексах модуляции. При этом проявляются недостатки в виде пониженного быстродействия (из-за выходного ФНЧ) и ограничения усиления в петле, чтобы создать приоритет работы ПОС на частотах в сотни килогерц.

Итак, обобщив выше сказанное, можно подытожить, что целесообразно объединение достоинств этих двух вариантов ОС.

высокой. На **рис. 1** приведены структурные схемы усилителей класса D для высокоомного источника сигнала с различными вариантами ОС применительно к выше упомянутой микросхеме IRS2092 и транзисторной сборке IRFI4019. Так, на рис. 1,а представлена структура УМ с ОС, охватывающей выходной фильтр, за которой закрепилась аббревиатура UcD. На рис. 1,б показана похожая структура ОС, но с дополнительной цепью ВЧ-коррекции, а на рис. 1,в — аналогичная ОС с дополнительным резистором ООС. Для удобства рассмотрения позиционные обозначения элементов в структурных схемах соответствуют тем, которые выполняют аналогичные функции в более полной принципиальной схеме узла МКУС.

На звуковых частотах (и на частоте среза выходного ФНЧ) сигнал с выхода усилителя (см. рис. 1,а) сильно ос-

подключён конденсатор C5 ОС на ВЧ. Этим создаются приоритетные условия для режима генерации на частотах выше 400 кГц. Следовательно, в этом варианте ОС частота переключения близка к 450 кГц.

На рис. 1,в показана структура ОС, которая в целом аналогична структуре на рис. 1,б, но имеет дополнительный резистор ООС R15, который подключён до фильтра. Быстродействующая дополнительная ОС через резистор R15 ускоряет переключение мощных транзисторов выходного каскада, и при указанных номиналах элементов ОС тактовая частота достигает 600 кГц.

Также следует сказать о выборе напряжения питания усилителя мощности. Для усилителя класса D напряжение питания нужно выбрать немного больше максимальной амплитуды выходного напряжения ЗЧ, а контроль выходной амплитуды следует органи-

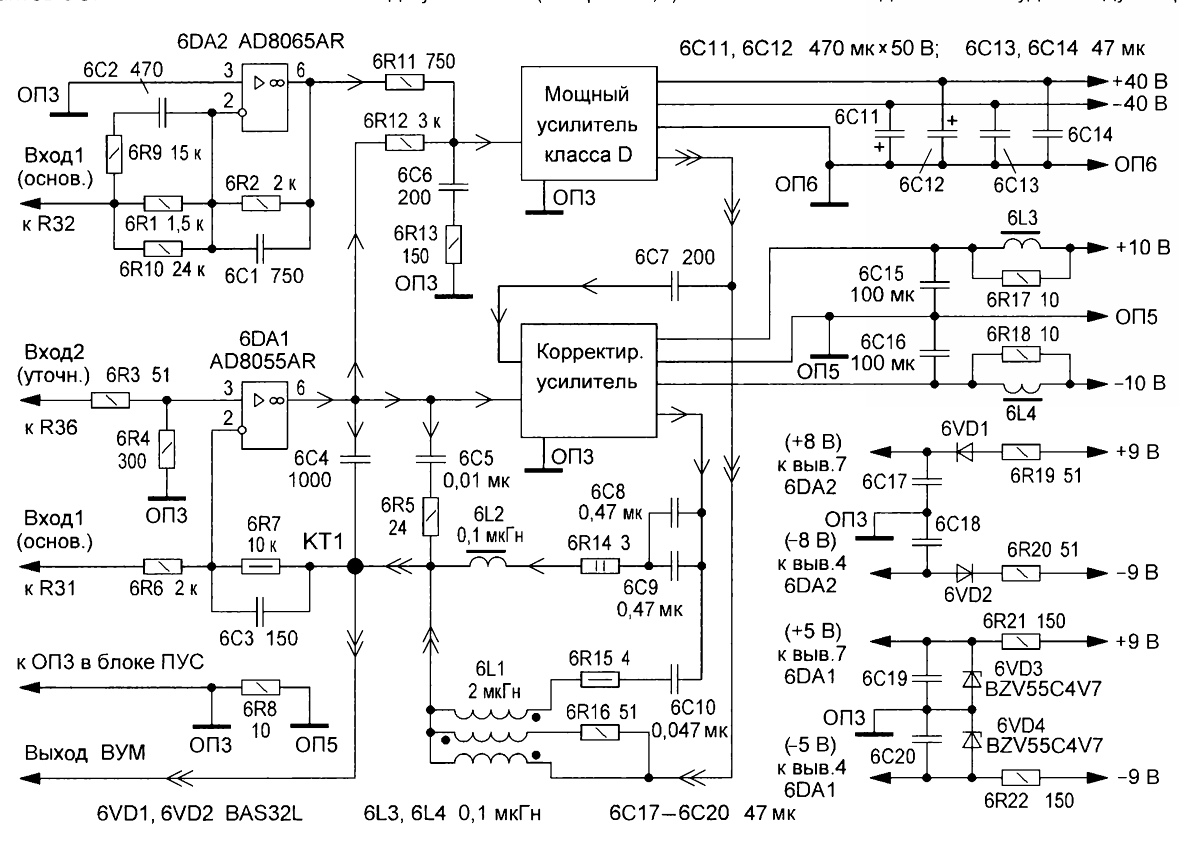


Рис. 2

Уровень паразитных колебаний на выходе УМЗЧ класса D сильно зависит от частоты переключения. Из-за наличия выходного ФНЧ в виде реактивного звена второго порядка уровень сигнала на выходе типового УМЗЧ обратно пропорционален квадрату его частоты. Для усилителя класса D в составе МКУС важно, чтобы этот паразитный сигнал был как можно меньше — его проще подавить.

Быстродействие УМЗЧ класса D, выражаемое через ВРП ООС и принятое нами для анализа МКУС, существенно зависит от частоты переключения, поэтому важно иметь её более

лабляется делителем R9R10, причём R9 ≫ R10. Однако на частотах выше 200 кГц ослабление сигнала, приходящего по петле ОС, незначительное, что связано с проходом ВЧ-сигнала через конденсатор ВЧ ОС C5. Этим создаются условия для режима генерации на частоте около 300 кГц. В данной версии ОС тактовую частоту заметно выше 300 кГц получить сложно.

Но эту ОС возможно дополнить ВЧ-фильтром R12C7 (см. рис. 1,б). Он пропускает сигналы частотой выше 400 кГц. На более низких частотах действует делитель напряжения R11R12, причём R11 ≈ R12. К этому фильтру и

зовать в одном из предыдущих узлов так, чтобы ограничение сигнала в УМЗЧ не приводило к резким изменениям частоты генерации и индекса модуляции при перегрузке усилителя большим уровнем входного сигнала. Сам усилитель класса D при такой перегрузке будет продолжать работать в линейном режиме.

Итак, с учётом изложенных выше особенностей обсуждаемый усилитель класса D обладает отнюдь не предельными по качеству звуковоспроизведения техническими характеристиками. Но здесь главное то, что ООС в нём контролирует сигнал именно на выходе

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

усилителя, а уровень побочных сигналов относительно мал. Поэтому такой усилитель класса D может быть дополнен другими усилителями (усилительными каналами) для достижения предельно высоких технических характеристик линейности.

Здесь возможно применить техническое решение [2], при котором входной сигнал уже сформирован маломощным усилителем с нужной АФЧХ. Мощный усилитель класса D усиливает (масштабирует) его выходной сигнал на низкоомной нагрузке в виде АС. В этом варианте управляющая ВЧ-структура (главный канал [3]) в небольших пределах дополнительно корректирует сигнал на входе мощного усилителя класса D.

Дополнительный корректирующий сигнал, поступивший от внешней управляющей ВЧ-структуры на вход мощного усилителя класса D, приходит существенно ослабленным. При таком техническом решении ООС не может эффективно управлять сигналом на выходе мощного усилителя класса D и тем самым не может полностью устранить его недостатки (в области частот выше 10 кГц). Это обусловлено глубинными проблемами самих усилителей класса D.

Работа подобных усилителей возможна в том случае, если ООС не прерывается, и управляющая ВЧ-структура (главный канал [3]) дополнительно корректирует сам мощный выходной сигнал с помощью менее мощного быстродействующего усилителя.

Очень важно отметить, что получаемый таким образом усилитель может обладать весьма высокими параметрами ООС, т. е. иметь крайне малое ВРП ООС и допускать стопроцентную ООС на ВЧ. Соответственно подобный усилитель может быть применён как один из вариантов внешнего усилителя мощности (ВУМ) для УМЗЧ, опубликованного ранее в [1]. Примером такого решения может служить схема усилителя, показанная на **рис. 2**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура). — Радио, 2015, № 10, с. 12—16; № 11, с. 7—9.
2. **Литаврин А.** МКУС в усилителях с интегральными микросхемами мощных УМЗЧ (универсальная структура). — Радио, 2016, № 4, с. 13—18.
3. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с гиперглубокой ООС. — Радио, 2013, № 9, с. 8—12; № 10, с. 15—19; № 11, с. 8—10.
4. **Игнатьев Ю.** Улучшение параметров усилителя класса D на примере разработки автомобильного усилителя высокого класса. — Радио, 2016, № 1, с. 8—13; № 2, с. 29—34; № 3, с. 12—17.
5. IRS2092.PDF. — URL: **http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/202425/IRF/IRS2092.html** (30.11.16).
6. IRFI4019.PDF. — URL: **http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/191073/IRF/IRFI4019H-117P.html** (30.11.16).

(Окончание следует)

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. 18 апреля 2017 г. радиостанция "Радио России — Санкт-Петербург" начинает вещание в CCIR-диапазоне. На частоте 99 МГц в эфире "Радио России" появятся петербургские "окна": четыре выпуска петербургских "Вестей" в день, информационно-аналитическая программа "Новости дня", а также многие другие художественно-публицистические программы петербургской радиостанции (источник — URL: **http://jourdom.ru/news/93572** (22.04.17)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 1 апреля филиал РТРС "Алтайский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" в городах Заринск (101,7 МГц) и Камень-на-Оби (104,5 МГц), сёлах Чарышское (Усть-Калмановский район, частота вещания — 101,2 МГц), Мамонтово (Мамонтовский район, частота вещания — 103,4 МГц) и Целинное (Целинный район, частота вещания — 107,5 МГц) (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/press/analog/** (22.04.17)).

ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛ. 1 апреля радиостанция "Comedy Radio" появилась в эфире г. Александрова на частоте 88,5 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=105853** (22.04.17)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Маяк" 31 марта начала своё вещание на частоте 91,4 МГц в краевом центре г. Краснодаре (источник — URL: **http://kubantv.ru/smi/radio-mayak-na-chastote-914-fm-poyavitsya-v-krasnodare-s-31-marta/** (22.04.17)).

28 марта радиостанция "Новое радио" появилась в эфире г. Славянска-на-Кубани на частоте 88,1 МГц (источник — URL: **http://newradio.ru/news/radiostation/slavyansk-na-kubani-s-nami-258.html** (22.04.17)).

МАРИЙ ЭЛ. К региональной сети радиостанции "Love Radio" 3 апреля присоединился г. Йошкар-Ола, частота вещания — 107,6 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/4280.html** (22.04.17)).

ОРЕНБУРГСКАЯ ОБЛ. 4 апреля филиал РТРС "Оренбургский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанций "Радио России" и "Вести FM" на частотах 91 МГц и 90,5 МГц соответственно. Мощность передатчиков — по 1 кВт (источник — URL: **http://orenburg.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-i-vesti-fm-v-fm-diapazone-v-orenburge/** (22.04.17)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. 29 марта началось вещание радиостанции "Comedy Radio" в г. Чайковском на частоте 88,3 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=105853** (22.04.17)).

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

РЯЗАНСКАЯ ОБЛ. 1 апреля филиал РТРС "Рязанский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио День" в городах Касимов, Михайлов, Скопин и рабочем посёлке Пронск. В Касимове радиостанция доступна на частоте 100,5 МГц, в Михайлове — на частоте 102,8 МГц, в Пронске — на частоте 101,7 МГц, в Скопине — на частоте 102,7 МГц (источник — URL: **http://ryazan.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-radio-den-v-kasimove-mikhaylove-pronske-i-skopine/** (22.04.17)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. На Ставрополье в начале апреля официально стартовало круглосуточное эфирное вещание бывшей интернет-станции "Победа FM". Трансляция в настоящее время идёт в краевом центре г. Ставрополе на частоте 95 МГц (источники — URL: **http://pobeda26.ru/novosti/kultura/na-stavropole-oficzialno-startuet-efirnoe-veshhanie-patrioticheskogo-radio-pobedafm** (22.04.17) и **http://pobeda.fm/o-proekte/** (22.04.17)).

Православная радиостанция "Вера" начала вещание в городах Пятигорске, Ессентуках, Минводах, Лермонтове на частоте 89,2 МГц. Вскоре планируется открыть вещание станции и в г. Кисловодске на частоте 95 МГц. В программе радиовещания слушателям будут рассказывать о вечных ценностях, истинах православной веры, исторических событиях, взаимоотношениях в семье (источник — URL: **http://newstracker.ru/news/society/19-04-2017/na-stavropolie-zarabotalo-pravoslavnoe-radio-d892e6f4-bb34-4ea8-8354-5aad67ce1c6b** (22.04.17)).

ТАТАРСТАН. Филиал РТРС "РТПЦ Республики Татарстан" 3 апреля начал трансляцию радиостанции "Маяк" в г. Нижнекамске на частоте 88,2 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://tatariya.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-mayaka-v-nizhnekamske/** (22.04.17)).

Радиостанция "Новое радио" появилась 11 апреля в эфире г. Чистополя на частоте 99,4 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio_cities?z=photo-106042931_456243488%2Fwall-110423074_260** (22.04.17)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. 30 марта в эфире г. Тулы появилась новая радиостанция "Радио Рекорд". Её слоган — "Первая танцевальная радиостанция в России". Жители Тулы и Тульской области смогут услышать её на частоте 91,3 МГц (источник — URL: **https://1tulatv.ru/news/ 70134-v-tule-na-chastote-913-fm-nachala-veshchanie-novaya-radiostanciya.html?_utl_t=vk** (22.04.17)).

УДМУРТИЯ. 23 марта филиал РТРС "Удмуртский РРТПЦ" перевёл трансляцию радиостанций "Радио России" и

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

"Маяк" на новые частоты 96,6 МГц и 94,4 МГц соответственно. Трансляция указанных станций на частотах 68,06 МГц и 69,62 МГц прекращена (источник — URL: **http://udmurtiya.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-perevel-translyatsiyu-radio-rossii-i-mayaka-v-fm-diapazone-v-izhevske/** (22.04.17)).

30 марта радиостанция "Наше радио" начала вещание сразу в трёх городах республики. Программы станции можно слушать в городах Сарапул, частота вещания — 105,9 МГц; Воткинск, частота вещания — 95,2 МГц; Можга, частота вещания — 88,7 МГц (источник — URL: **http://www.nashe.ru/2017/03/nashe-radio-nachalo-veshhanie-v-udmurtii/** (22.04.17)).

Радиостанция "Новое радио" появилась 31 марта в эфире г. Воткинска на частоте 93,7 МГц.

ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ. 1 апреля радиостанция "Comedy Radio" начала работу в г. Магнитогорске на частоте 100,5 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/?an=news-page&uid=105853** (22.04.17)).

ЧУВАШИЯ. 3 апреля к региональной сети "Радио Дача" присоединился г. Чебоксары, частота вещания — 105,7 МГц. На этой же частоте "Радио Дача" можно слушать и в г. Новочебоксарске (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/4278.html** (22.04.17)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Русская служба "Би-би-си" с 1 апреля прекратила готовить и выкладывать на своём сайте радиопрограммы (на этот момент из них оставался только "Пятый этаж"). Отныне на сайте Русской службы будут текстовые версии всех новостных и аналитических материалов. Таким образом, "Би-би-си" на русском языке (как радиостанция) уходит в прошлое.

Именно об этом и о том, как и почему станция пришла к такому финалу, пишет в своём блоге управляющий редактор Русской службы Ян Ледер (**http://www.bbc.com/russian/blog-by-editors-39447770?ocid=vk**). А на странице **http://www.bbc.co.uk/programmes/p04yn2nn** рассказывается о дальнейшей судьбе радиовещания.

ЛИТВА. В начале мая закроется трансляционный радиоцентр в Ситкунае (Sitkunai). Этому событию была посвящена серия специальных передач на английском языке с названием "Bye bye, Sitkunai". Программа транслировалась через передатчики нескольких стран мира. Автор программы — Кристиан Миллинг (владелец компании "Shortwaveservice" из Германии).

Остающиеся трансляции на средних волнах ("Радио Свобода", "Радио Польша", "Радио Япония" и некоторые другие) с 21 апреля переводятся из Ситкуная в Вешинтос (Viešintos). Частота (1386 кГц) и мощность (75 кВт) передатчика остаются прежними.

США. Радиостанция "World Harvest Radio International" (WHRI) с религиозными программами "Час твоего рассказа" вещает на русском языке в летнем сезоне по воскресеньям с 03.30 до 04.00 на частоте 7385 кГц (источник — URL: **http://lesea.com/whr/whr-iframe-page/?search=Angel2** (22.04.17)).

Радиостанция "World Wide Christian Radio" (WWCR) с религиозными программами на русском языке (из серии "В фокусе — семья") в летнем сезоне вещает по расписанию: с 12.30 до 12.45 с понедельника по пятницу, с 11.00 до 11.15 по субботам на частоте 15795 кГц.

"Всемирное радио адвентистов" ("Adventist World Radio", AWR) с программами на русском языке (они называются "Голос Надежды") в эфире с 11.00 до 11.30 — на частоте 12090 кГц и с 20.00 до 20.30 — на частоте 9760 кГц. Используется передатчик мощностью 100 кВт. Трансляции ведутся с острова Гуам, самого крупного из группы Марианских островов в Тихом океане.

ТАЙВАНЬ. Начиная с 26 марта передачи Русской службы "Международного радио Тайваня" транслируются на следующих частотах:

— 11985 кГц — с 11.00 до 12.00 в направлении Дальнего Востока;

— 9590 кГц — с 14.00 до 15.00 для Сибири;

— 11955 кГц — с 17.00 до 18.00 для европейской части России и стран СНГ (источник — URL: **http://russian.rti.org.tw/whatsNew/?recordId=22931** (22.04.17)).

ТУРЦИЯ. "Голос Турции" на русском языке в летнем сезоне, как и в прошлом году, в эфире будет один раз в день с 13.00 до 14.00 на частоте 11965 кГц. Мощность передатчика — 500 кВт (источник — URL: **http://www.trt.net.tr/russian/content/Nashi-Chastoty** (22.04.17)).

УКРАИНА. "Русская Медиагруппа" продолжает расширять сеть своего вещания. Программы радиостанций "Русское Радио" и "Динамит FM" (DFM) в марте стали доступны жителям г. Донецка на частотах 105,5 МГц и 105,1 МГц соответственно.

Кроме того, в настоящее время ведутся переговоры о запуске вещания радиостанций, входящих в состав "Русской Медиагруппы", в г. Луганске (источник — URL: **http://russianmediagroup. ru/live/thenews.asp?id=33760** (22.04.17)).

ЯПОНИЯ. "Радио Японии" на русском языке в летнем вещательном сезоне работает по расписанию:

— с 03.30 до 04.00 — на частотах 1386 для Европы и 738 кГц для Москвы и Подмосковья;

— с 04.30 до 05.00 — на частоте 6165 кГц для Европы;

— с 05.30 до 06.00 — на частоте 11790 кГц для Дальнего Востока;

— с 11.00 до 11.30 — на частоте 7355 кГц для Дальнего Востока и Средней Азии;

— с 11.30 до 12.00 — на частоте 9760 кГц в режиме DRM для Европы (по пятницам);

— с 16.00 до 16.30 — на частоте 927 кГц для Средней Азии и 738 кГц для Москвы и Подмосковья;

— с 17.30 до 18.00 — на частоте 1386 кГц в направлении Европы (источник — URL: **https://www3.nhk.or.jp/nhkworld/resources/brochure/pdf/rj_frequency.pdf** (22.04.17)).

Хорошего приёма и 73!

Ремонт кабеля для iPhone 5, iPhone 6, iPad new с разъёмом lightning

В. МАКАРОВ, г. Москва

Иногда изоляционная оболочка кабеля "вылезает" из корпуса разъёма (**рис. 1**). Сам разъём при этом держится на проводах.

В этом случае пользоваться кабелем ещё можно, но, скорее всего, недолго. Обрыв провода в кабеле грозит замыканием в блоке питания, а возможно, выходом устройства Apple из строя.

Чаще всего место дефекта обматывают липкой лентой (**рис. 2**).

Подобный ремонт, в общем, не спасает ситуацию, поскольку липкая лента не предназначена для жёсткого фиксированного соединения.

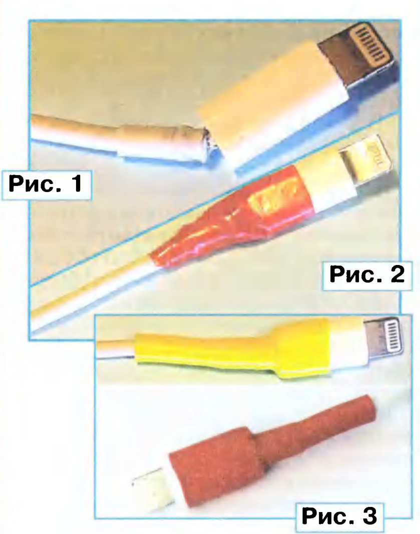


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

Решить задачу поможет термоусаживаемая трубка 8/2 мм.

Внутренний диаметр трубки до нагревания — 8 мм, при нагревании она уменьшается до 2 мм. Следует применять термоусаживаемую трубку необходимого внутреннего диаметра, чтобы в неё "пролез" разъём, с коэффициентом усадки не менее 4:1. При нагревании трубка должна усаживаться до размера чуть меньше диаметра соединительного провода. В этом случае соединение получается плотным, прочным и не допускает продольного перемещения провода.

От трубки отрезают кусок необходимой длины. Если на устройстве, куда подключается разъём, есть чехол, необходимо учесть, что термоусаживаемая трубка увеличивает первоначальные поперечные размеры штекера.

Далее равномерно прогревают трубку. Лучше для этого использовать паяльный фен с температурой воздушного потока, рекомендованной производителем.

После остывания кабелем можно пользоваться (**рис. 3**).

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Доработка радиоприёмника "Урал-авто-2"

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Выпускавшийся отечественной промышленностью автомобильно-носимый радиоприёмник "Урал-авто-2" в настоящее время, конечно, морально устарел, но, несмотря на прошедшие годы, не утратил такого своего преимущества, как очень хорошее качество приёма радиостанций во всех диапазонах. Кроме того, в отличие от большинства других автомобильных радиоприёмников и магнитол, он содержит встроенные телескопическую и магнитную антенны, динамическую головку, может питаться как от бортсети автомобиля (12 В), так и от автономного батарейного источника напряжением 9 В или от внешнего блока питания с таким же напряжением. Всё это делает удобной эксплуатацию "Урала-авто-2" вне автомобиля (поэтому и называется он автомобильно-переносным). Разбирать такой радиоприёмник на запасные части нерационально, а чтобы вдохнуть в него новую жизнь, его несложно доработать.

В распоряжении автора оказался радиоприёмник выпуска 1993 г., внешний вид которого показан на **рис. 1**, а с одним из вариантов его принципиальной схемы можно познакомиться по адресу <**https://boatsurfer.files.wordpress.com/2012/03/d183d180d0b0d0bb-d0b0d0b2d182d0be-2-2.jpg**>. Схема имевшегося радиоприёмника несколько отличалась от размещённой в Интернете — его УМЗЧ выполнен не на транзисторах, а на интегральной микросхеме К174УН14, что позволило провести более глубокую модернизацию устройства.

Основная цель переделки радиоприёмника заключалась в приспособлении его для приёма в УКВ-диапазоне CCIR (87,5...108 МГц) вместо диапазона OIRT (65,9...74 МГц), поскольку местных радиостанций, вещающих в последнем, почти не осталось. Многие радиолюбители не рискуют перестраивать супергетеродинные радиоприёмники на приём в УКВ-диапазоне CCIR, предпочитая использовать различные УКВ-конвертеры, эффективность применения которых обычно хуже из-за дополнительного преобразования вниз по частоте. В случае с радиоприёмником "Урал-авто-2" каких-либо особых сложностей с переделкой и настройкой нет, всё можно сделать примерно за час.

Для начала нужно снять нижнюю и верхнюю пластмассовые крышки корпуса радиоприёмника и временно удлинить провода, идущие к динамической головке. Далее следует уменьшить число витков трёх контурных катушек. Поскольку доступ к печатному монтажу УКВ-модуля затруднён, вместо выпаивания верхнего вывода катушек из платы предлагаю аккуратно перерезать этот вывод в нескольких миллиметрах от платы, затем отмотать лишнее число витков, обрезать провод с таким расчётом, чтобы оставшегося хватило для восстановления нарушенного соединения, облудить его конец и припаять к оставшемуся в плате выводу.

Для доступа к катушке контура гетеродина L29 (отмечена на **рис. 2** цифрой 1) вначале снимают металлический экран (закреплён на плате пайкой к фольге общего провода), для чего нагревают его паяльником с левого и правого боков. На катушке оставляют ровно пять витков провода. На катушках L16 и L21 (отмечены соответственно цифрами 3 и 2) оставляют по 6,5 витка толстого провода. После пропитки катушек парафином на L29 вновь устанавливают металлический экран и проверяют крепление УКВ-модуля — он должен быть плотно привинчен к металлическому шасси.

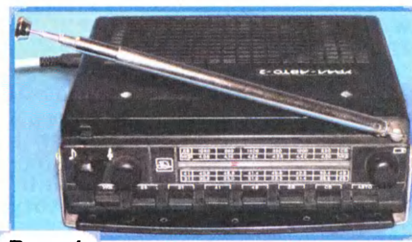


Рис. 1

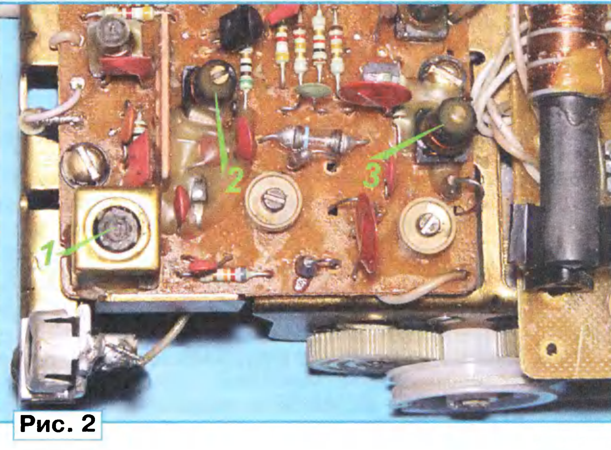


Рис. 2

Г11 1R1 30 М; 1L1 2400 мкГн; 1VD1 SR504; К В10; 7...14 В; 1С1; 1С2; $U_{вых}$; 1С1, 1С2 0,22 мк; К Г13; 1R2 200; 1С3 1000 мк×25 В; К В10 (+7 14 В); 1EL1

Рис. 3

Для настройки приёмника на диапазон 87,5...108 МГц к его входу подключают внешнюю УКВ-МВ-антенну. Стрелку шкалы настройки устанавливают в среднее положение между отметками УКВ 4.06 и 4.15. Вращая подстроечник катушки контура гетеродина, добиваются приёма какой-нибудь радиостанции, вещающей на частоте 106...107 МГц (можно использовать и УКВ-ЧМ-генератор, настроенный на эту частоту). При настройке контура гетеродина учитывайте, что резьбовой подстроечник очень хрупкий и легко деформируется при нагреве. Если парафин не позволяет выкрутить его из каркаса катушки, аккуратно прогрейте паяльником пластмассовый каркас. Сильно повреждённый при настройке подстроечник можно заменить таким же, вывинченным из другого УКВ-блока от отечественного радиоприёмника.

Далее, постепенно уменьшая длину антенны или даже отключая её вовсе, вращением латунных подстроечников последовательно изменяют индуктивность катушек преселектора, помеченных цифрами 2 и 3, таким образом, чтобы получить максимальную чувствительность радиоприёмника в УКВ-диапазоне.

Вопреки ожиданиям, что применённая в УКВ-блоке микросхема К224ХА1А будет плохо работать на частотах выше 100 МГц, приёмник сохранил очень высокую чувствительность — со сложенной телескопической антенной почти без шумов принимаются все местные радиостанции (расстояние до ретранслятора — около 30 км). После переделки УКВ-диапазон радиоприёмника стал охватывать полосу частот 86...110 МГц. Аналогичным образом можно переделать на работу в этом диапазоне частот другие отечественные УКВ супергетеродинные приёмники.

Кроме описанной, были сделаны ещё несколько доработок (**рис. 3**; позиционные обозначения новых элементов начинаются с префикса 1). Так, используемая для подсветки шкалы настройки лампа накаливания на 12 В (1,1 Вт), свечение которой при напряжении питания 9 В почти незаметно, заменена более ярким плоским матричным светодиодом 1EL1 белого свечения (применён светодиод от "фотовспышки-фонарика" мобильного телефонного аппарата). Для охлаждения к его выводам припаян небольшой теплоотвод из толстого многожильного медного монтажного провода. Токоограничивающий резистор 1R2 помещён в защитную резиновую трубку. Светодиод подключён таким образом, чтобы шкала подсвечивалась всё время, пока включено питание приёмника.

Поскольку в месте расположения УМЗЧ имелось много свободного места, был изготовлен и установлен LC-фильтр, состоящий из дросселя 1L1 и конденсаторов 1С1—1С3, который уменьшает негативное влияние пульсаций и помех при работе приёмника от импульсного источника питания. Двух-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

обмоточный дроссель 1L1 применён готовый, от ATX компьютерного блока питания. Подойдёт любой аналогичный малогабаритный с общим сопротивлением обмоток не более 0,3 Ом, индуктивность —



Рис. 4

Рис. 5

чем больше, тем лучше. Диод Шотки 1VD1 защищает устройство от повреждения при ошибочной полярности напряжения питания (вместо указанного на схеме можно применить любой из 1N5822, SR340, SR304). Детали фильтра смонтированы на небольшой плате из стеклотекстолита (**рис. 4**), которая установлена рядом с гнездом питания Г11 (**рис. 5**). Мешающие установке керамические конденсаторы К10-7 заменены предназначенными для поверхностного монтажа (припаяны на стороне печатных проводников), а большой разделительный оксидный конденсатор К50-35 (1000 мкФ на 16 В) заменён аналогичным импортным меньших размеров. Блокировочный керамический конденсатор К10-7 ёмкостью 0,033 мкФ, подключённый к выводам питания 3 и 5 микросхемы К174УН14, заменён параллельно включёнными оксидным (47 мкФ на 16 В) и керамическим для поверхностного монтажа (0,1 мкФ).

Поскольку отсоединяемый батарейный отсек этого приёмника не сохранился, выступающие за пределы корпуса печатные контакты для соединения с ним отпилены, а для подключения встроенной динамической головки 3ГДШ-12-8 установлена проволочная перемычка. К сожалению, прослушивание показало, что звучит она плохо, с хрипами. Причина оказалась в том, что идущие от контактной колодки к звуковой катушке гибкие провода были сильно натянуты, из-за чего нарушилась центровка катушки в магнитной системе головки. Исправить этот дефект удалось, переместив пассатижами контактную колодку в горизонтальной плоскости, поближе к магнитной системе. Металлический корпус головки соединён с общим проводом устройства.

Блокировочный керамический конденсатор ёмкостью 0,068 мкФ, включённый параллельно оксидному (2200 мкФ на 16 В) в цепи питания, был установлен изготовителем неправильно, по этой причине к выводам оксидного припаян керамический КМ-5 ёмкостью 0,15 мкФ.

При напряжении питания 12 В и нулевой громкости приёмник потребляет ток 90 мА, при максимальной он возрастает до 0,3...0,5 А. Если предполагается питать приёмник от химических источников тока, светодиодную подсветку шкалы желательно сделать отключаемой, как было ранее с лампой накаливания. Во избежание случайных замыканий между металлическим шасси приёмника и внешним контактом штекера питания отверстие под него в шасси нужно увеличить на 1 мм.

Микроконтроллерный блок управления лабораторным трансформатором

Е. ГЕРАСИМОВ, станица Выселки Краснодарского края

Известно, что для регулирования переменного напряжения при различных экспериментах необходим лабораторный автотрансформатор. Однако если его нет, можно использовать трансформатор, описанный в [1]. Для повышения оперативности и удобства работы с таким трансформатором в своё время был разработан и описан в [2] блок управления. К сожалению, он довольно сложен, поскольку построен на логических микросхемах малой и средней степени интеграции. Автор предлагает аналогичный блок управления на микроконтроллере.

Принцип работы блока остался прежним — каждому из возможных значений выходного напряжения соответствует двоичный код, коммутирующий нужным образом вторичные обмотки трансформатора. Так же, как в прототипе, блок не измеряет выходное напряжение, а только показывает его расчётное значение. Благодаря микроконтроллеру удалось значительно уменьшить число деталей в блоке, что резко упростило проектирование и изготовление печатной платы, а также налаживание устройства.

На **рис. 1** представлена схема блока управления, построенного на микроконтроллере PIC16F628A-I/P (DD1) и регистре хранения ЭКР1554ИР22 (DD2). Можно было бы реализовать его и на более дешёвом микроконтроллере PIC12F629 и двух сдвиговых регистрах-преобразователях последовательного кода в параллельный. Но такое устройство получилось бы менее стойким к воздействию импульсных помех, неизбежных при коммутации обладающих большой индуктивностью обмоток электромагнитных реле и трансформатора.

Для узлов динамической индикации помехи не опасны, поскольку показания индикатора постоянно обновляются, и помеха приведёт, в худшем случае, к кратковременному искажению показаний. Однако искажённый код, поданный на ключи, управляющие переключающими обмотки трансформатора реле, может привести к неожиданной подаче на нагрузку опасного для неё повышенного напряжения. Поэтому выбран микроконтроллер, число выводов которого достаточно для непосредственного формирования на них параллельного кода управления реле.

Поскольку в микроконтроллерах серии PIC16F628 внутренние резисторы, соединяющие входы с плюсом источника питания, установлены только на линиях порта В, резисторы R1—R4 выполняют ту же функцию на линиях порта А. Транзисторы VT1—VT3 коммутируют общие аноды разрядов светодиодного индикатора HG1. На транзисторные ключи, коммутирующие с помощью реле вторичные обмотки трансформатора, сигналы управления поступают с выходов регистра хранения DD2.

После включения питания программа микроконтроллера записывает нулевой код в один из его внутренних регистров и в регистр DD2. Это нужно для того, чтобы работа трансформатора всегда начиналась с нулевого напряжения на выходе, что предохранит от слу-

Рис. 1

По завершении каждого цикла индикации программа проверяет состояние кнопок SB1—SB4 и, если ни одна из них не нажата, снова записывает двоичное число из регистра памяти микроконтроллера в регистр DD2, после чего процесс повторяется. Это основной режим работы, в котором устройство находится до тех пор, пока не будет нажата какая-либо из кнопок SB1—SB4.

При нажатии на кнопку SB2 и её удержании двоичный код напряжения увеличивается на единицу с каждым циклом индикации, что соответствует увеличению напряжения на один вольт. Если при нажатой кнопке SB2 нажать и на кнопку SB3, то напряжение станет расти с шагом 10 В. По достижении максимума (255 В) дальнейшее увеличение напряжения прекращается независимо от состояния кнопок.

Следует заметить, что при нажатой кнопке SB3 рост напряжения может прекратиться раньше, чем будет достигнуто значение 255 В. Дело в том, что

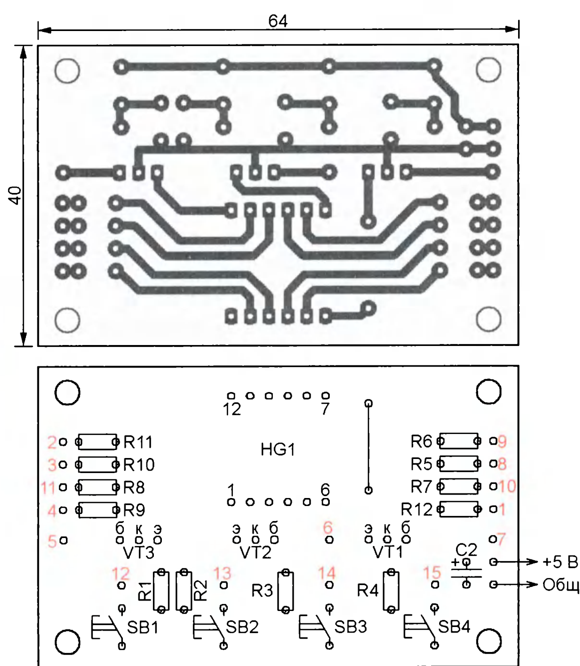


Рис. 2

Рис. 3

чайного повреждения подключённую к нему низковольтную нагрузку.

Далее программа переводит регистр DD2 в режим вывода записанного в него кода, установив на его входе ED низкий уровень. С выходов регистра двоичный код напряжения поступает на транзисторные ключи, управляющие реле, коммутирующими обмотки трансформатора. Эти ключи аналогичны обведённым штрихпунктирными линиями на схеме, изображённой на рис. 2 в [2]. Адреса подключения выходов регистра DD2 рассматриваемого устройства обозначены в соответствии с той же схемой.

Затем программа преобразует двоичный код напряжения в семиэлементные коды цифр для трёх разрядов светодиодного индикатора HG1, гася при этом незначащие нули. Она поочерёдно выводит эти коды в порт B, одновременно включая нужный разряд индикатора установкой высокого уровня на линиях RA0, RA1 или RA7. Цикл вывода трёх цифр занимает около 360 мс. Такая длительность цикла индикации, от которой зависит и скорость изменения напряжения на выходе трансформатора, выбрана не случайно. С одной стороны, напряжение на выходе трансформатора изменяется достаточно быстро и плавно, а с другой — интервалы времени между переключениями электромагнитных реле достаточны для завершения переходных процессов в трансформаторе, что уменьшает искрение контактов реле.

попытка прибавить 10 к числу, превышающему 245, приведёт к переполнению восьмиразрядного регистра и установке на выходе трансформатора напряжения в интервале от 0 до 9 В. Поэтому такие действия программно запрещены. Достигнутое напряжение можно довести до максимума, оставив нажатой только кнопку SB2.

Аналогично кнопке SB2 работает и кнопка SB1, но она уменьшает напряжение. Если случайно нажать на кнопки SB1 и SB2 одновременно, то приоритет будет отдан кнопке SB1, и напряжение на выходе трансформатора станет уменьшаться.

Когда нужно установить требуемое напряжение, не расходуя напрасно ресурс реле на многочисленные пере-

ключения, можно воспользоваться режимом быстрой установки. Для входа в него нажмите на кнопку SB3 и удерживайте её, пока не будет включена десятичная запятая в младшем разряде индикатора HG1.

В этом режиме длительность цикла индикации уменьшена приблизительно до 200 мс, а напряжение на выходе трансформатора остаётся неизменным и не зависящим от показаний индикатора, пока блок управления не будет возвращён в основной режим. Кнопками SB1—SB3 следует установить на индикаторе требуемое напряжение, как было описано выше, а затем нажать или удерживать, если она была нажата, кнопку SB3, пока устройство не вернётся в основной режим и на выходе не будет установлено вновь заданное напряжение.

Если нужно возвратиться в основной режим, не принимая новое значение, следует удерживать нажатой кнопку SB4. То же самое произойдёт, если в течение приблизительно 5 с не будет нажата ни одна из кнопок. В основном режиме кнопка SB4 служит для выключения выходного напряжения. При нажатии на неё будут установлены нулевое значение на индикаторе и нулевое напряжение на выходе трансформатора.

Поскольку опрос состояния кнопок происходит в конце каждого цикла индикации, устройство реагирует на нажатия кнопок не мгновенно, а с задержкой не более одного цикла индикации. По этой причине нажатые кнопки следует удерживать до изменения показаний индикатора.

Устройство смонтировано на двух печатных платах, показанных на **рис. 2** и **рис. 3**. Такой вариант оказался проще, чем разводка печатных проводников на одной плате. Платы рассчитаны на установку импортных постоянных резисторов мощностью 0,05 Вт. Сопротивление резисторов R5—R12 может находиться в пределах от 330 Ом до 3,3 кОм в зависимости от требуемой яркости свечения индикатора и его типа. Конденсаторы C3 и C4 припаяны непосредственно к выводам питания микросхем. Микросхему ЭКР1554ИР22 можно заменить на 74AC373N или 74HC373N.

Платы механически соединены между собой сторонами печатных проводников внутрь с помощью четырёх резьбовых стоек высотой 10 мм. К корпусу блока эта сборка прикреплена кронштейнами из оцинкованной стали толщиной 0,6 мм. На фотоснимке **рис. 4** показан внешний вид блока управления без корпуса. Контактные площадки обеих плат с одинаковыми номерами красного цвета соединены изолированными проводами. Аналогичный применённому в [2] узел электронных ключей может быть собран на печатной плате, изображённой в [2] на рис. 4.

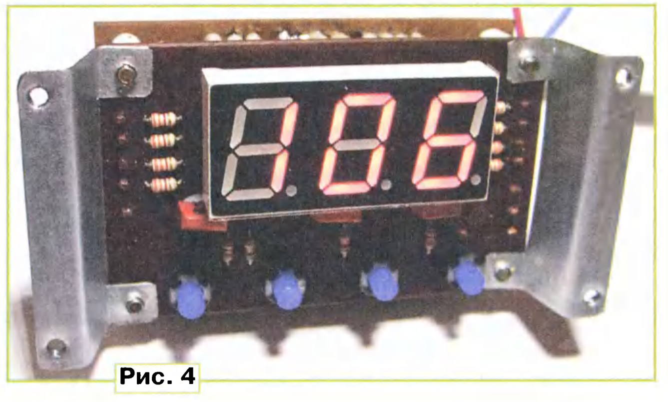


Рис. 4

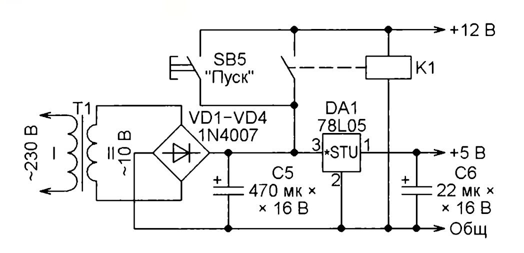


Рис. 5

Питание описываемого блока управления обеспечивает отдельный сетевой трансформатор с выходным напряжением 10 В и мощностью не менее 5 В·А. Этот вариант предпочтительнее питания от дополнительной обмотки основного трансформатора. Дело в том, что при замыканиях в нагрузке лабораторного трансформатора, вполне вероятных в практике радиолюбителя, напряжение на его вторичных обмотках, в том числе на питающей узел управления, падает. Это может вызвать самопроизвольное переключение реле, и даже выгорание их контактов. При питании от отдельного трансформатора такой проблемы не возникает. К тому же меньше наводок на микроконтроллер от силовых цепей.

Узел питания блока собран по схеме, изображённой на **рис. 5**. Нумерация элементов на ней продолжает начатую на рис. 1. По цепи +12 В этот узел должен обеспечивать ток, больший суммарного, протекающего через обмотки всех реле, в 1,2...1,5 раза.

Напряжение +12 В поступает на обмотки реле K1—K8 [2] не сразу после подачи на трансформатор T1 сетевого напряжения, а только после нажатия на кнопку SB5 и срабатывания дополнительного реле K1. До этого момента обмотки всех реле обесточены, поэтому напряжение на выходе лабораторного трансформатора остаётся равным нулю независимо от состояния блока управления. Иначе случайный код, самопроизвольно устанавливающийся в регистре DD2 в момент подачи питания и сохраняющийся до первой записи в него правильного кода микроконтроллером, будет приводить к кратковременному появлению на выходе трансформатора произвольного напряжения, даже максимального. Нажимать на кнопку SB5 следует только после появления нуля на индикаторе HG1.

Плата узла питания использована готовая от источника питания антенного усилителя. Реле K1 — RAS-1215 с сопротивлением обмотки 400 Ом, аналогичное применённым в [2].

Программа микроконтроллера написана в среде MPLAB IDE v8.92 на языке ассемблера MPASM. Для получения семиэлементных кодов цифр использована программа, описанная в [3]. При правильном монтаже налаживания устройство не требует и начинает работать сразу.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Терсков В.** С шагом в один вольт. — Радио, 1993, № 9, с. 24, 25.

2. **Герасимов Е.** Блок управления лабораторным трансформатором. — Радио, 2016, № 9, с. 27—29.

3. **Кожухин П.** Программа — справочник кодов для вывода на индикаторы. — Радио, 2010, № 6, с. 34. — URL: **ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/06/convertor.zip** (15.11.16).

От редакции. Программа микроконтроллера имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/blkupr.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Цифровой вольтамперметр с защитой для лабораторного блока питания

Г. НЮХТИЛИН, г. Ковров Владимирской обл.

Предлагаемый цифровой вольтамперметр (далее прибор) разработан для лабораторного блока питания (далее ЛБП) и предназначен для измерения постоянного напряжения и тока в пределах, задаваемых пользователем, а также потребляемой нагрузкой мощности. Прибор обеспечивает два вида защиты: от превышения напряжения на выходе ЛБП и от превышения допустимого выходного тока.

При срабатывании защиты прибор отключает ЛБП от сети и подаёт отрывистые звуковые сигналы разной, в зависимости от причины срабатывания, тональности. Он может быть возвращён в рабочее состояние двумя способами: вручную — нажатием на кнопку или автоматически после устранения причины, вызвавшей срабатывание защиты. Прибор построен на базе микроконтроллера PIC16F876-20I/SP [1] и снабжён ЖКИ, отображающим на экране две строки по 16 символов.

Основные технические характеристики

Предел измерения напряжения U_{max} (с шагом 1 В), В .....5—61
Предел измерения тока I_{max} (с шагом 1 А), А ....2—21
Пороги срабатывания защиты по напряжению (с шагом 1 В), В ....1—U_{max}
по току (с шагом 1 А), А ......1—I_{max}
Максимальная измеряемая мощность, Вт 1280
Число градаций измеренного напряжения или тока от 0 до установленного предела измерения 1024
Число десятичных цифр после запятой в выводимом на индикатор значении напряжения 2
Число десятичных цифр после запятой в выводимом на индикатор значении тока
<10 А 2
⩾10 А 1
Дискретность отображения мощности, Вт 0,1

Значение мощности на экране прибора, особенно при токе более 9,99 А, может незначительно отличаться от произведения выведенных на него значений тока и напряжения. Дело в том, что для вычисления мощности программа прибора использует более точные, не округлённые перед выводом на экран значения этих параметров.

Схема соединений узлов и блоков прибора изображена на **рис. 1**. ЛБП подключён к сети ~230 В, 50 Гц через коммутатор, управляемый сигналом, поступающим на его разъём XP1 с разъёма XP3 блока измерения и защиты (БИЗ). Напряжение питания БИЗ, поступающее на его контактную колодку XT4 от отдельного, не показанного на схеме, источника питания может находиться в интервале от 10,5 до 30 В. Этот источник должен оставаться включённым независимо от состояния коммутатора.

К разъёму XP1 БИЗ подключена кнопка SB1, нажатием на которую возвращают прибор в рабочее состояние после срабатывания защиты и устранения причин этого. Кнопка SB2, служащая для установки и изменения параметров прибора, подключена к разъёму XP2. С разъёмами XS1 и XS2 соединён ЖКИ HG1, а с разъёмом XP3 — упомянутый выше коммутатор и сигнализаторы срабатывания защиты: звуковой HA1 и световые — светодиоды HL1 и HL2.

Пока значения измеряемых величин находятся в допустимых пределах, БИЗ работает в режиме измерения. Экран ЖКИ при этом выглядит, как показано на **рис. 2**. Вся сигнализация в этом режиме выключена, а на коммутатор поступает сигнал, разрешающий подачу сетевого напряжения на ЛБП.

БИЗ непрерывно измеряет напряжение, поступающее на колодку XT1, и пропорциональное току нагрузки падение напряжения на резисторе RS1. Как только любая из этих величин превысит допустимое значение, БИЗ переходит в режим защиты и снимает сигнал, разрешающий включение коммутатора. ЛБП, лишённый сетевого питания, прекращает работать.

Вернуться из режима защиты в рабочий режим, как уже сказано выше, можно вручную, нажатием на кнопку SB1, или автоматически, после устранения причины перегрузки. Пользователь должен заранее выбрать один из этих вариантов. Кнопка SB2 предназначена для установки параметров, которые будут описаны ниже.

В зависимости от причины срабатывания защиты по-разному себя ведут ЖКИ, звуковой сигнализатор HA1 и светодиоды HL1, HL2. При превышении

U=17.23В I=8.25А
Pa = 142.1 ВА

Рис. 2

допустимого напряжения будет включён светодиод HL1, а в левой половине верхней строки экрана ЖКИ появится мигающая надпись с указанием превышенного значения. В нижней строке будет выведена (как на **рис. 3**) надпись "ЗАЩИТА ПО НАПР.". Излучатель звука HA1 станет подавать короткие двухто-

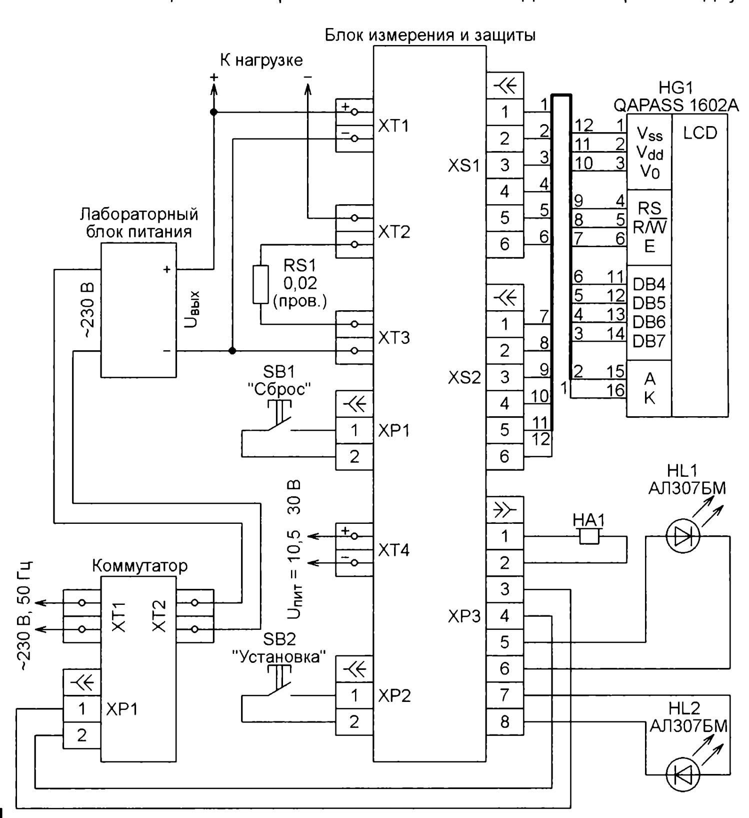


Рис. 1

нальные сигналы (8267 и 8346 Гц), повторяющиеся каждую секунду.

При перегрузке по току будет включён светодиод HL2, а на индикаторе появится мигающая надпись с превышенным значением тока. В нижней строке экрана, как показано на **рис. 4**, будет выведено сообщение "ЗАЩИТА ПО ТОКУ". Звукоизлучатель HA1 станет подавать короткие двухтональные (8818 и 8661 Гц) сигналы, повторяющиеся каждую секунду.

Возможности прибора несколько шире описанных. Например, сигналы управления светодиодами HL1 и HL2, формируемые БИЗ, можно использовать для организации защиты раздельно по току и по напряжению. Если добавить в прибор коммутатор цепи нагрузки ЛБП, управляемый сигналом, предназначенным для светодиода HL2, нагрузка будет отключена при перегрузке по току, но ЛБП продолжит работать. Однако при неожиданном повышении напряжения на выходе ЛБП (обычно вследствие его неисправности) этот блок необходимо полностью выключать имеющимся коммутатором, подключив его цепь управления к разъёму XP3 вместо светодиода HL1. Можно и вообще не устанавливать никаких коммутаторов, ограничившись лишь индикацией перегрузки, хотя БИЗ всё равно будет входить в режим защиты, из которого его придётся выводить.

U>18.00В I=8.25А
*ЗАЩИТА ПО НАПР.

Рис. 3

U=16.93В I>10.0А
*ЗАЩИТА ПО ТОКУ

Рис. 4

Принципиальная схема БИЗ изображена на **рис. 5**. Напряжение питания блока 10,5...30 В, поданное от внешнего источника на контактную колодку XT4 и дополнительно сглаженное конденсатором C1, поступает на вход интегрального стабилизатора DA1. Его выходным стабилизированным напряжением 9 В питается сдвоенный ОУ DA2 (использован только один ОУ этой микросхемы). Это же напряжение поступает на вход интегрального стабилизатора DA3. Его выходным напряжением 5 В питают микроконтроллер DD1 и ЖКИ HG1. Кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C3 и C5 — частотозадающая цепь тактового генератора микроконтроллера DD1. Резистор R9 поддерживает высокий логический уровень на входе сигнала установки микроконтроллера в исходное состояние.

Питание на узел подсветки экрана ЖКИ поступает через гасящий резистор R10. Подбирая его, можно установить желаемую яркость подсветки. Подстроечным резистором R11 добиваются наилучшей контрастности символов на экране ЖКИ. Резисторы R12 и R13 задают ток через светодиоды HL1 и HL2 (см. рис. 1) и могут быть заменены перемычками в случае использования сигналов, предназначенных для светодиодов, для управления коммутаторами. Конденсатор C6 — разделительный в цепи звукоизлучателя HA1 (см. рис. 1).

Измеряемое напряжение с разъёма XT1 поступает на подстроечный резистор R1, с помощью которого при налаживании прибора добиваются равенства значения напряжения, выведенного на его ЖКИ, показаниям образцового вольтметра. С его движка через резистор R5 напряжение поступает на вход AN0 внутреннего АЦП микроконтроллера DD1.

Резистор R5 ограничивает до безопасного значения ток через имеющийся на входе AN0 микроконтроллера встроенный защитный диод, если напряжение на движке превысит напряжение питания микроконтроллера. Особенно, если движок случайно или преднамеренно установлен в крайнее верхнее (по схеме) положение.

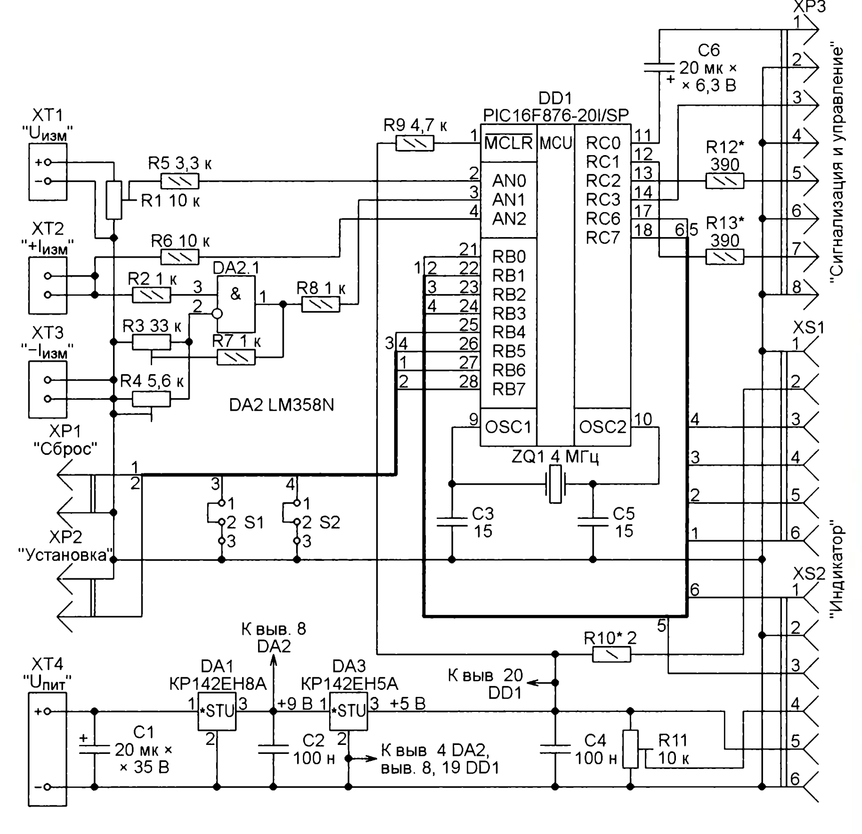


Рис. 5

Снятое с резистора RS1 (см. рис. 1) напряжение, пропорциональное току нагрузки ЛБП, через контактные колодки XT2, XT3 и резистор R2 поступает на неинвертирующий вход ОУ DA2.1, усиливающего его. Выход ОУ соединён с входом AN1 микроконтроллера через резистор R8, роль которого такая же, как и резистора R5. Без него напряжение на входе AN1 микроконтроллера может превысить его напряжение питания, когда ток через резистор RS1 слишком велик или этот резистор вообще не присоединён к колодкам XT2 и XT3, а также при случайном перемещении движков подстроечных резисторов R3 и R4 в недопустимые положения. Этими резисторами устанавливают коэффициент усиления ОУ, нужный для обеспечения заданного в программе предела измерения тока. Резистор R7 предохраняет выход ОУ от замыкания с общим проводом при установке движка подстроечного резистора R3 в крайнее левое по схеме положение.

Для того чтобы прибор показывал напряжение на нагрузке, фактически измеряя его на выходе ЛБП, введена коррекция, суть которой в следующем. Снимаемое с RS1 напряжение поступает не только на вход ОУ DA2.1, но и через резистор R6 на вход AN2 АЦП микроконтроллера. Программа вычитает это напряжение из того, что измерено на выходе ЛБП, и именно это значение, представляющее собой напряжение на нагрузке, выводит на экран ЖКИ.

Уровни сигналов на выходах RC1—RC3 микроконтроллера, в зависимости от напряжения на входах AN0 и AN1 и положения перемычек S1 и S2, указаны в **таблице**. Манипуляции перемычками S1 и S2 позволяют задать нужные активные логические уровни сигналов, управляющих коммутаторами. Это даёт пользователю свободу в выборе коммутирующих элементов. Например, можно использовать нормально замкнутые или нормально разомкнутые контакты реле, не прибегая к применению дополнительных элементов, инвертирующих управляющие сигналы.

Ток, потребляемый БУЗ при не подключённых к разъёму XP3 коммутаторе, излучателе звука и светодиодах, не превышает 32 мА. Если эти элементы подключены, ток зависит от их состояния, увеличиваясь на сумму значений потребляемого каждым из них тока. Максимальное значение потребляемого тока — 60 мА.

Лог. уровень на выходе RC1		
Положение S1	U_{AN0}	
	Ниже порога	Выше порога
1-2	Высокий	Низкий
2-3	Низкий	Высокий
Лог. уровень на выходе RC2		
Положение S2	U_{AN1}	
	Ниже порога	Выше порога
1-2	Высокий	Низкий
2-3	Низкий	Высокий
Лог. уровень на выходе RC3		
U_{AN0}	U_{AN1}	
	Ниже порога	Выше порога
Ниже порога	Низкий	Высокий
Выше порога	Высокий	Высокий

Принципиальная схема коммутатора изображена на **рис. 6**. Управляющее напряжение около 5 В, поступившее на его разъём XP1, через светодиод HL1, служащий индикатором команды открывания коммутатора, и резистор R1 подано на излучающий диод симисторного оптрона U1. Это открывает фотосимистор оптрона, а следом за ним открывается и симистор VS1. Он соединяет контакты колодок XT1 и XT2, подавая этим питающее напряжение ~230 В на ЛБП.

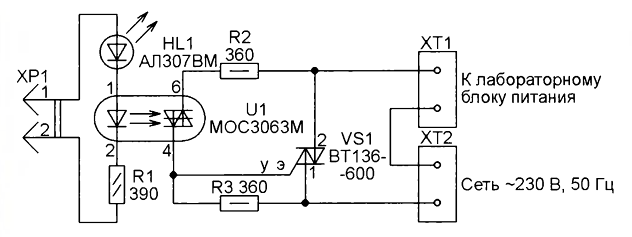


Рис. 6

Конструкция и детали

В приборе применён ЖКИ QAPASS 1602A с белыми символами и синей подсветкой экрана. Годится и любой другой буквенно-цифровой ЖКИ на основе контроллера HD44780, имеющий две строки по 16 символов. Такие индикаторы могут иметь разные размеры и другое расположение выводов, ориентироваться нужно по нанесённой на плату индикатора буквенной маркировке. Выводимые на экран русские буквы сгенерированы программой, поэтому можно применять и те ЖКИ, в знакогенераторах которых отсутствуют символы кириллицы.

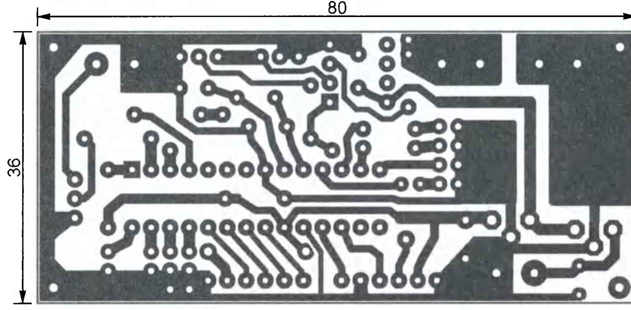
Кнопки SB1 и SB2 (см. рис. 1) — любые, пригодные для установки на передней панели прибора. Звукоизлучатель HA1 — динамическая головка с активным сопротивлением не менее 8 Ом от телефонного аппарата. Подойдёт и электромагнитный излучатель от электромеханического будильника или телефонный капсюль.

Датчик тока RS1 — самодельный. Это отрезок нихромовой проволоки диаметром 1,2 мм и длиной 20 мм. Его расчётное сопротивление — 0,02 Ом. Особая точность не требуется, поскольку прибор всё равно придётся калибровать. Не стоит применять проволоку меньшего диаметра, так как при большом токе она будет сильно нагреваться. Следует иметь в виду, что длина отрезка проволоки должна быть немного больше указанной, чтобы его концы можно было вставить в гнёзда контактных колодок XT2 и XT3 и зажать там винтами. Действующую длину отрезка измеряют между точками зажима.

Источник напряжения, подаваемого на колодку XT4 БИЗ, — доработанное зарядное устройство "Delta" 5 В, 0,4 А для сотового телефона. Все детали во вторичной цепи установленного в нём импульсного трансформатора и связанные с ними печатные проводники удалены. На освободившемся месте в новые отверстия вставлены выводы четырёх диодов КД212А, образующих выпрямительный мост, а вместо сглаживающего конденсатора 470 мкФ на 10 В установлен конденсатор такой же ёмкости с номинальным напряжением 16 В. Соединения выполнены выводами деталей и отрезками монтажного провода. В сетевом выпрямителе зарядного устройства сглаживающий конденсатор 3,3 мкФ на 400 В заменён конденсатором на такое же напряжение, но ёмкостью 5,6 мкФ.

После переделки зарядного устройства его выходное напряжение увеличилось до 12,7 В, при этом в высокоомных головных телефонах, подключённых к выходу, едва слышен низкочастотный рокот. При подключении к БИЗ напряжение падает до 10,5 В, а трансформатор слегка греется.

Все детали БИЗ размещены на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (**рис. 7**) с такими же размерами (80×36 мм) и расположением крепёжных отверстий, что и плата ЖКИ. Это даёт возможность установить эти платы одну над другой на пустотелых втулках высотой 10...12 мм и соединить их четырьмя винтами М2,5 с гайками.



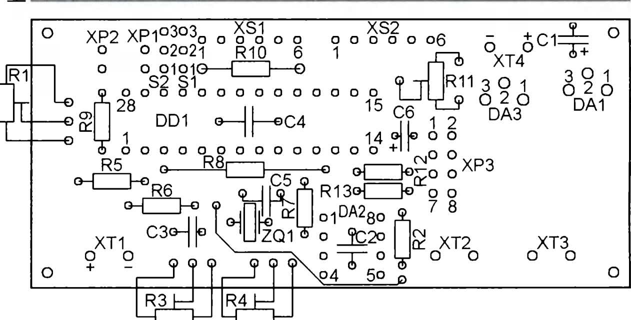


Рис. 7

Для микроконтроллера DD1 на плате должна быть предусмотрена панель, куда его вставляют уже запрограммированным. Число 20 после дефиса в названии микроконтроллера PIC16F876-20I/SP означает его предельную тактовую частоту в мегагерцах. Поскольку в БИЗ применён кварцевый резонатор ZQ1 на частоту 4 МГц, пригодны варианты микроконтроллера и на более низкую частоту, вплоть до 4 МГц. Можно без изменений в схеме, программе и печатной плате использовать микроконтроллер PIC16F876A-I/SP. Поскольку все его варианты способны работать с тактовой частотой до 20 МГц, в названии она не указана.

Возможна замена любого из упомянутых выше микроконтроллеров на аналогичный в корпусе для поверхностного монтажа (с индексом SO после дробной черты в названии). Но это потребует применения специального адаптера для его установки на печатную плату либо её полной переделки.

Интегральный стабилизатор КР142ЕН8А можно заменить на 7809 или подобный на +9 В, а КР142ЕН5А — на 7805 или другой с напряжением стабилизации +5 В. Чтобы не переделывать плату, стабилизаторы, выбираемые в качестве замен, должны быть в корпусах TO-220.

Конденсаторы C1 и C6 — оксидные ниобиевые К53-19, остальные конденсаторы — керамические. Подстроечные резисторы R1, R3 и R4 — многооборотные серии 3296W, а R11 — RM065. Постоянные резисторы — МЛТ или подобные указанной на схеме мощности. Все отечественные резисторы и конденсаторы можно заменить импортными.

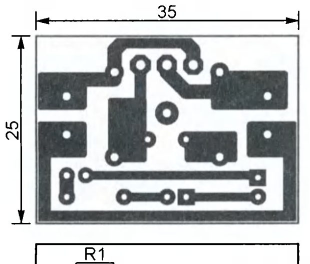
Колодки XT1—XT4 — двухконтактные винтовые DG301-5,0-02 с шагом выводов 5 мм и предельным током

16 А. Если прибор предполагается эксплуатировать при большем токе, колодки следует заменить более мощными.

Разъёмы XP1 и XP2 — PLS-2, а XP3 — PLD-8. В качестве штыревой колодки для установки перемычек S1 и S2 (джамперов MJ) использован разъём PLD-6. Разъёмы XS1 и XS2 — PBS-6, а ответные части для них — PLS-6R (угловые для уменьшения высоты монтажа).

Коммутатор собран на отдельной печатной плате из фольгированного с одной стороны текстолита толщиной 1,5 мм и размерами 35×25 мм, изображённой на **рис. 8**. Симисторный оптрон U1 MOC3063M [2] имеет встроенный узел обнаружения перехода мгновенного значения коммутируемого напряжения через ноль. Это позволяет открывать симистор VS1 именно в эти моменты, что значительно снижает уровень коммутационных помех. Прямые замены оптрона MOC3063M — MOC3043M и MOC3083M. У них ток излучающего диода I_{FT}, необходимый для гарантированного открывания фотосимистора, лежит в интервале 3...5 мА.

Схожим оптронам MOC3041M, MOC3061M и MOC3081M для открывания необходим ток 15 мА, а MOC3042M, MOC3062M и MOC3082M — 10 мА. Заменив MOC3063M одним из них, нужно подобрать резистор R1 таким, чтобы ток через излучающий диод был не менее I_{FT} применённого оптрона.



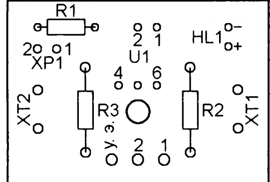


Рис. 8

Максимальная мощность, коммутируемая симистором BT136-600 без теплоотвода, — 150 Вт. Установив симистор на теплоотвод, место для которого на плате предусмотрено, можно увеличить её до 800 Вт. При установке взамен АЛ307БМ другого светодиода нужно подобрать резистор R1 таким, чтобы ток в цепи управления остался прежним. Контактные колодки XT1 и XT2 — винтовые DG301-5,0-02, разъём XP1 — PLS-2. Все резисторы — МЛТ.

При использовании коммутатора другой конструкции важно, чтобы его цепь управления была гальванически не связана с коммутируемой цепью, а ток управления не превышал 25 мА, допустимых для выхода микроконтроллера.

Налаживание прибора

При первом включении питания БИЗ будут установлены следующие параметры: предел измерения напряжения U_{max} — 35 В, предел измерения тока I_{max} — 10 А, порог срабатывания защиты по напряжению равен U_{max}, а по току — I_{max}, способ сброса защиты — "АВТОМАТИЧЕСКИ". Изменить их можно только в рабочем режиме, какие-либо изменения при сработавшей защите невозможны.

Чтобы внести изменения, продолжительным нажатием на кнопку SB2 добейтесь появления мигающего курсора в правом нижнем углу экрана, после чего отпустите кнопку. Экран приобретёт вид, показанный на **рис. 9**. Курсор в виде подчёркивания будет установлен под старшей цифрой значения предела измерения напряжения U_{max}.

Далее короткие нажатия на кнопку SB2 увеличат U_{max} ступенями по 1 В до 61 В, после чего процесс продолжится, начиная с 5 В и далее по кольцу. Остановившись на требуемом значении U_{max}, продолжительным нажатием на кнопку переведите курсор под старшую цифру значения предела измерения тока I_{max}. Короткими нажатиями на кнопку задайте I_{max} в интервале от 2 до 21 А.

Umax = 35 B
Imax = 10 A

Рис. 9

СРАБАТЫВ. ЗАЩИТЫ
ПРИ: U=20B I=09A

Рис. 10

СБРОС ЗАЩИТЫ:
АВТОМАТИЧЕСКИ

Рис. 11

СБРОС ЗАЩИТЫ:
НАЖАТИЕМ КНОПКИ

Рис. 12

Теперь длинным нажатием на кнопку SB2 до появления мигающего курсора выведите на экран изображение, подобное показанному на **рис. 10**. Курсор в виде подчёркивания будет находиться под старшей цифрой значения порога срабатывания защиты по напряжению. Короткими нажатиями на кнопку SB2 доведите порог шагами по 1 В до нужного значения в интервале от 1 В до ранее установленного U_{max}.

Очередное длинное нажатие на кнопку SB2 переместит курсор под старшую цифру выведенного на экран значения порога срабатывания токовой защиты. Короткими нажатиями установите этот порог с шагом 1 А в интервале от 1 А до действующего I_{max}.

Далее после продолжительного нажатия и отпускания кнопки SB2 экран приобретёт вид, показанный на **рис. 11** или **рис. 12**. Курсор будет находиться в первой позиции нижней строки. Короткими нажатиями на кнопку SB2 можно менять надписи "НАЖАТИЕМ КНОПКИ" и "АВТОМАТИЧЕСКИ" в бесконечном цикле. Оставьте на экране нужный способ сброса защиты и длинным нажатием на кнопку до появления мигающего курсора и последующим её отпусканием переведите прибор в рабочий режим. Если выбран способ сброса "НАЖАТИЕМ КНОПКИ", то в первой позиции нижней строки экрана будет постоянно находиться "звёздочка". При способе "АВТОМАТИЧЕСКИ" она отсутствует.

Все установленные параметры, чтобы не терять их при выключении питания, программа сохраняет в EEPROM микроконтроллера. Учтите, начав описанную выше процедуру их установки, нужно обязательно довести её до конца, поскольку запись в EEPROM происходит только в процессе возвращения в рабочий режим. Если процедура прервана, например, выключением питания, то записи в EEPROM не произойдёт и установку параметров придётся повторить. Можно быстро "пробежать" по всем этапам установки одними длинными нажатиями на кнопку, изменяя только нужные параметры или просто просматривая их.

После первого включения БИЗ, а также после любого изменения значений параметров U_{max} и I_{max} необходимо выполнить калибровку прибора по напряжению и току. Калибровку по напряжению проводите при отключённой нагрузке. Установите движок подстроечного резистора R1 в нижнее по схеме положение. Подайте на колодку XT1 от ЛБП напряжение, близкое к U_{max}, контролируя его по образцовому вольтметру. Перемещая движок подстроечного резистора R1 вверх, добейтесь совпадения показаний ЖКИ прибора и эталонного вольтметра.

Перед калибровкой по току установите движки подстроечных резисторов R3 и R4 соответственно в правое и левое по схеме положения. Соедините ЛБП, БИЗ, датчик тока RS1 и нагрузку согласно схеме, изображённой на рис. 1, причём последовательно с нагрузкой включите образцовый амперметр. Изменяя сопротивление нагрузки или выходное напряжение ЛБП, установите показания образцового амперметра примерно равными половине I_{max}. Далее с помощью подстроечных резисторов R3 и R4 добейтесь одинаковых показаний прибора и образцового амперметра.

В качестве нагрузки можно использовать лампу накаливания, электронагревательный прибор или резистор подходящей мощности с рабочим напряжением не менее установленного U_{max}.

Если выбран способ сброса защиты "АВТОМАТИЧЕСКИ", после срабатыва-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ния защиты прибор ждёт 4 с, отключив ЛБП от сети, в результате чего напряжение на его выходе равно нулю. По истечении этого времени БИЗ возвратится в рабочий режим, измерит напряжение и ток и, поскольку они нулевые, подключит ЛБП к сети. Если теперь значения измеряемых величин превышают допустимые, БИЗ снова на 4 с перейдёт в режим защиты. Так будет продолжаться до устранения причины перегрузки.

При выборе способа "НАЖАТИЕМ КНОПКИ" БУЗ будет оставаться в режиме защиты до нажатия на кнопку SB1. После этого он возвратится в рабочий режим, измерит напряжение и ток и, если они в норме, останется в этом режиме. В противном случае он вновь перейдёт в режим защиты до нажатия на кнопку.

Обратите внимание, что если датчик тока RS1 не подключён к контактным колодкам XT2 и XT3 либо в месте подключения нарушен контакт, произойдёт ложное срабатывание защиты по току. А при обрыве в цепи резистора R6 возможно ложное срабатывание защиты по напряжению. Если измерение тока нагрузки не требуется, минусовый вывод нагрузки следует подключить к колодке XT3 вместе с минусовым выводом ЛБП. Датчик тока RS1 в этом случае заменяют перемычкой из медного провода. После этого результаты измерения тока и мощности на ЖКИ станут нулевыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. PIC16F87X. 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers. — URL: **https://lib.chipdip.ru/059/DOC000059963.pdf** (14.03.17).

2. 6-Pin DIP Zero-Cross Triac Driver Optocoupler (600 Volt Peak) MOC3061M, MOC3062M, MOC3063M, MOC3162M, MOC3163M. — URL: **https://www.fairchildsemi.com/datasheets/MO/MOC3062M.pdf** (14.03.17).

От редакции. *Файлы печатных плат в формате Sprint Layout 6.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/av.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Самодельный КПЕ с поступательным перемещением подвижных пластин

С. ДОЛГАНОВ, г. Барабинск Новосибирской обл.

В отличие от КПЕ традиционной конструкции, в которых изменение ёмкости происходит путём вращения роторных пластин в зазорах статорных, в предлагаемом устройстве подвижные пластины перемещаются в зазорах между статорными при поступательном движении, осуществляемом с помощью передачи винт—гайка. Изменение ёмкости от минимального до максимального значения происходит за 22 оборота ходового винта. Конструктивно этот КПЕ немного сложнее традиционных и имеет несколько большие размеры, но обладает и рядом преимуществ по сравнению с ними: его блоки подвижных и неподвижных пластин и их детали легко заменяемы (это может понадобиться, например, при экспериментах по изменению граничных значений ёмкости или функциональной характеристики КПЕ — зависимости ёмкости от величины перемещения пластин), для него не нужно изготавливать специальный верньерный механизм (он входит в его состав), упрощается шкальное устройство. Замена блоков неподвижных и подвижных пластин соответственно расположенной горизонтально катушкой индуктивности и магнитопроводом превращает устройство в ферровариометр.

Для изготовления КПЕ не понадобятся какие-либо дефицитные материалы или станочные работы: из материалов потребуются пластина ламината толщиной 8 мм, два небольших кусочка стеклотекстолита толщиной 6 мм, обрезки листовых латуни, стали и алюминиевого сплава разной толщины, стальные шпилька и гайка с резьбой М12, полтора десятка шурупов-саморезов, столько же винтов М3 и несколько гаек. Из инструментов необходимы электродрель или шуруповёрт, несколько свёрл разного диаметра, ножовка по металлу, напильники и надфили. Очень желательна возможность воспользоваться токарным станком — это намного облегчит изготовление наиболее ответственной детали данного КПЕ — ходового винта.

Устройство КПЕ и чертежи его основных деталей показаны на **рис. 1**. Блок неподвижных пластин, состоящий из шести пластин 7, пяти прокладок 4 и двух контактных лепестков 5, закреплён двумя винтами 6 на планке 2, а она — двумя шурупами 3 на станине 1. Блок подвижных пластин (семь пластин 8, столько же прокладок 4 и две шайбы 9) соединён винтами 10 с ползуном 12. Последний перемещается в пазах закреплённой на станине 1 шурупами 24 направляющей 11 при вращении ходового винта 18, взаимодействующего с закреплённой на ползуне гайкой 16. Для выборки люфта в этом резьбовом соединении гайка разрезана на две части, каждая из которых двумя винтами 17 закреплена на своей плоской пружине 14, привинченной винтами 13 к бруску 27. Такие же винты применены для крепления бруска к ползуну 12.

Выборка осевого люфта ходового винта 18 производится пружинной шайбой 26. В сжатом состоянии она своей центральной частью прижимает одну из надетых на шейку ходового винта шайб 28 к правому (по рисунку) штифту 25, а отогнутыми лапками, упирающимися в подшипник 21, создаёт усилие (через ещё один штифт 25), прижимающее вторую такую же шайбу к противоположной стороне подшипника. Штифты плотно вставлены в просверленные в шейке винта отверстия, от выпадения их удерживают края небольших фасок, параллельных оси. В качестве выводов подвижных пластин использованы контактные лепестки 5 и токосъёмники 15, подложенные при сборке под головки средних шурупов 24, крепящих направляющую 11 к станине 1.

Подшипником для ходового винта служит латунная пластина 21, прикреплённая к левому (19) и правому (20) держателям винтами 22 с гайками 23. Со станиной 1 держатели соединены шурупами 24.

Рис. 1. Конструкция КПЕ: **1** — станина, ламинат толщиной 8 мм; **2** — планка, стеклотекстолит толщиной 6 мм, крепить к детали 1 шурупами 3; **3** — шуруп-саморез 3×12 (диаметр × × длина, мм), 2 шт.; **4** — прокладка, сплав алюминиевый листовой толщиной 3 мм, 12 шт.; **5** — лепесток контактный, латунь толщиной 0,5 мм, 4 шт.; **6** — винт М3×22, 2 шт.; **7** — пластина неподвижная, латунь толщиной 0,4 мм, 6 шт.; **8** — пластина подвижная, латунь толщиной 0,4 мм, 7 шт.; **9** — шайба 3, 26 шт.; **10** — винт М3×26, 2 шт.; **11** — направляющая, сталь толщиной 0,7 мм, крепить к детали 1 шестью шурупами 24; **12** — ползун, латунь толщиной 1,5 мм (два свободных отверстия с резьбой М3 предназначены для крепления устройства механического управления преселектором и шкалой); **13** — винт М3×8, 6 шт.; **14** — пружина плоская, латунь твёрдая (бронза, сталь) толщиной 0,5 мм, 2 шт., крепить к детали 27 винтами 13; **15** — токосъёмник блока подвижных пластин, латунь твёрдая толщиной 0,5 мм, 2 шт., крепить к деталям 11 и 1 шурупами 24; **16** — половины гайки М12, сталь, крепить к деталям 14 винтами 17; **17** — винт М3×3,5, 4 шт.; **18** — винт ходовой (М12), сталь; **19, 20** — держатели подшипника 21, закрепить на детали 1 шурупами 24; **21** — подшипник ходового винта, латунь толщиной 1 мм, крепить к деталям 19 и 20 винтами 22 с гайками 23; **22** — винт М3×6, 4 шт.; **23** — гайка М3, 4 шт.; **24** — шуруп-саморез 3×8, 12 шт.; **25** — штифт диаметром 3 мм, сталь, 2 шт.; **26** — пружина выборки осевого люфта ходового винта, латунь, бронза толщиной 0,5 мм; **27** — брусок, стеклотекстолит толщиной 6 мм, крепить к детали 12 винтами 13; **28** — шайба, сталь толщиной 0,5 мм, 2 шт.

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

РАДИО® Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru РАДИО № 6, 2017

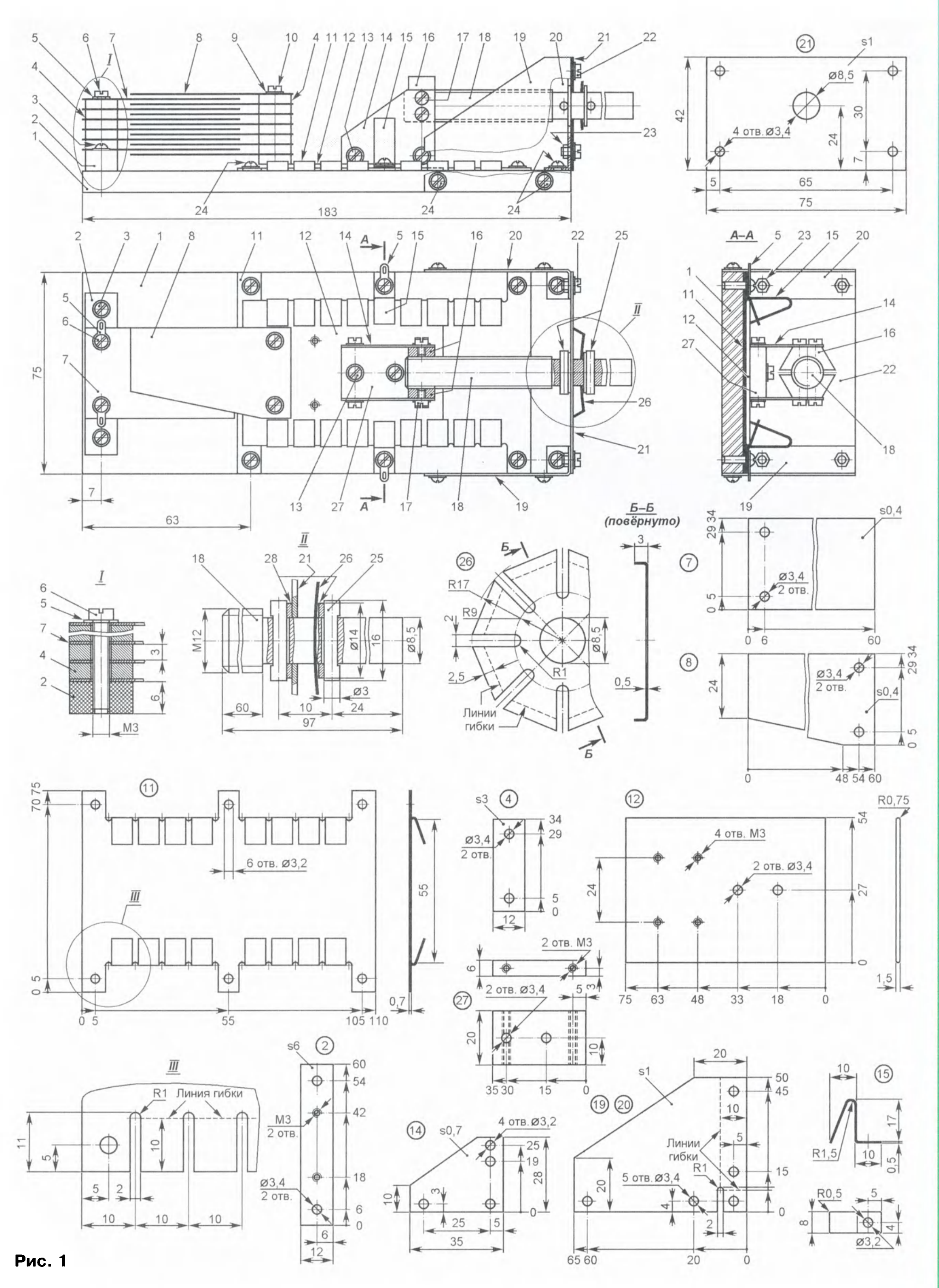


Рис. 1

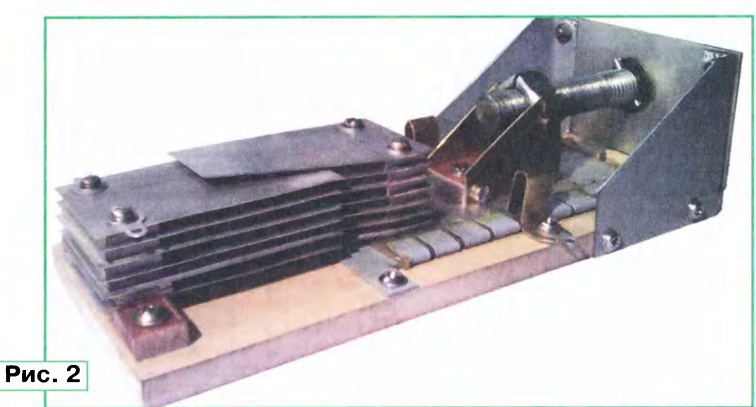
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Направляющую 11 и ползун 12 изготавливают в такой последовательности. Заготовку первой размерами 110×75 мм из листовой стали толщиной 0,7 мм вырезают с таким расчётом, чтобы направление проката было перпендикулярно её длинной стороне. Затем в ней по разметке сверлят шесть отверстий диаметром 3,2 мм и 20 отверстий диаметром 2 мм (с центрами в местах пересечений линий гибки с осевыми линиями, следующими с шагом 10 мм). Далее ко всем отверстиям малого диаметра пропиливают ножовкой по металлу пазы, формируя таким образом четыре группы лепестков, подлежащих изгибанию для образования канала движения ползуна 12. Удалив надфилем заусенцы с кромок пазов, накладывают на заготовку направляющей заготовку ползуна (латунную пластину толщиной 1,5 мм со всеми необходимыми отверстиями) и скрепляют их сгибанием четырёх крайних лепестков направляющей. Остальные сгибают, сдавливая их плоскогубцами. После этого заготовку ползуна извлекают из направляющей, выбивая её с помощью деревянного клина и молотка. В завершение, аккуратно скругляя кромки ползуна личным напильником, добиваются его лёгкого, но без люфта, движения в направляющей.

В качестве заготовки ходового винта 18 автор использовал стальную монтажную шпильку с резьбой М12 (шаг — 1,75 мм). При возможности использования токарного станка изготовление винта не представит сложности — всего-то необходимо один конец шпильки проточить до диаметра 8,5 мм. Если же такой возможности нет, придётся вручную, с помощью напильника, на одном конце шпильки вначале аккуратно, не торопясь, спилить резьбу до основания, а затем, аккуратно, чтобы не повредить резьбу, закрепить шпильку в патроне шуруповёрта и, приведя его во вращение, сгладить неровности напильником с мелкой насечкой. При такой технологии изготовления этой детали диаметр "цилиндрической" части винта получится отличающимся от указанного на чертеже, поэтому диаметр отверстия в подшипнике 21 и пружине выборки осевого люфта 26 необходимо скорректировать по фактическому диаметру винта.

Половинки гайки 16 закрепляют на выбирающих радиальный люфт плоских пружинах 14 винтами 17.

Для лёгкого и равномерного перемещения ползуна в направляющей 11 необходимо, чтобы ось ходового винта была параллельна оси симметрии ползуна и лежала в плоскости, параллельной станине 1. Для этого заготовку подшипника 21 рекомендуется вырезать с припуском 1...2 мм на сторону (примерно 44×77 мм) и просверлить в ней только отверстие под ходовой винт и два нижних (по чертежу) отверстия диаметром 3,4 мм. Надев подшипник на цилиндрическую часть ходового винта, предварительно ввинченного в полугайки 16, установленные на пружинах 14, закрепляют его с помощью двух винтов 22 и гаек 23 на держателях 19 и 20 и проверяют механизм в работе: при вращении винта в направлении движения часовой стрелки гайка 16 вместе с ползуном 12 должны перемещаться на вас, а при вращении в обратном направлении — от вас. Немного ослабив крепление подшипника на держателях 19 и 20, находят такое положение ходового винта, в котором его ось параллельна станине 1 и находится в вертикальной плоскости, проходящей через ось симметрии ползуна 12. Если диаметр отверстий под винты крепления подшипника не позволяет этого сделать, его снимают и, распилив отверстия в нужную сторону круглым надфилем, собирают узел вновь. При необходимости эти операции выполняют несколько раз, пока не будет найдено нужное положение винта. Когда цель будет достигнута, подшипник снова закрепляют на держателях 19, 20 нижними винтами и через свободные отверстия острой чертилкой переводят на обратную сторону подшипника контуры верхних отверстий, а по обращённым к нему полкам держателей — контуры его самого (42×75 мм). Ещё раз разобрав узел, завершают изготовление подшипника (сверлят верхние отверстия, опиливают по контуру) и собирают узел окончательно.


Рис. 2

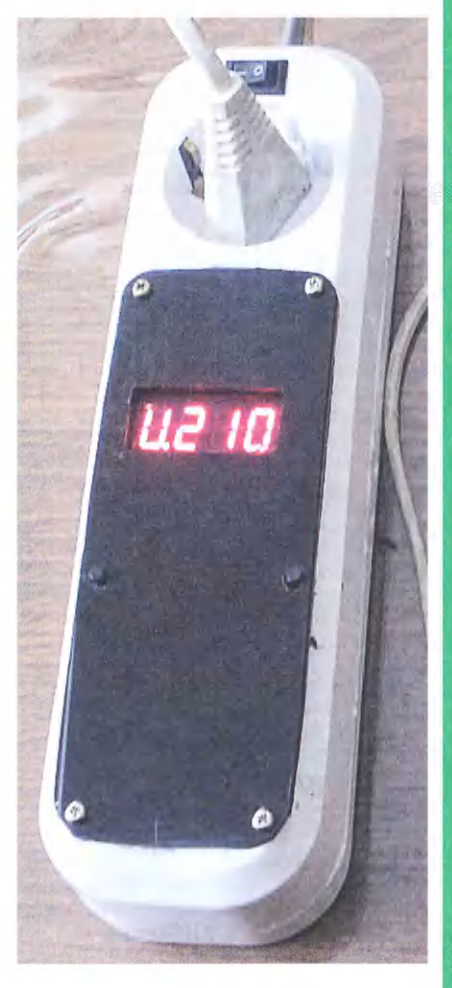
Материалы деталей и некоторые технологические указания по его сборке содержатся также в подписи под рис. 1.

Последняя операция — смазывание трущихся поверхностей полугаек 16, ходового винта 18, направляющей 11 и ползуна 12 подходящей смазкой (например, имеющейся в продаже ЦИАТИМ-201). Внешний вид одного из авторских образцов КПЕ показан на **рис. 2**.

Стабилизированный регулятор мощности паяльника

Б. БАЛАЕВ, г. Нальчик, Кабардино-Балкария

Несмотря на обилие в продаже паяльников и паяльных станций с регулировкой температуры жала многие все ещё предпочитают пользоваться паяльниками старого типа отечественного производства. Они незаменимы и для пайки массивных деталей, поскольку современные паяльники мощностью 60...100 Вт — большая редкость. К тому же во многих местностях сетевое напряжение очень нестабильно, как правило, занижено. А простой регулятор мощности только понижает подаваемое на паяльник напряжение, а значит, и мощность. В статье описан несложный микроконтроллерный регулятор-стабилизатор для обычного сетевого паяльника, способный не только регулировать, но и поддерживать мощность его нагревания неизменной даже при пониженном напряжении в сети.



Современные паяльники, наряду с несомненными достоинствами, имеют ряд существенных недостатков: хрупкость, недостаточную надёжность, высокую цену, а нередко и низкую точность регулирования температуры. Но сегодня всё ещё немало тех, что пользуются старыми добротными паяльниками с медным жалом. Им тоже нередко требуется регулировать мощность и температуру.

Я разработал и предлагаю повторить читателям устройство для питания стандартного паяльника, предназначенного для работы от сети ~230 В. Оно не превращает простой паяльник в полноценную паяльную станцию, но значительно повышает удобство пользования им. Обеспечивается плавная регулировка напряжения питания паяльника с цифровой индикацией напряжения или мощности. Для управления достаточно двух имеющихся в устройстве кнопок. Устройство работает как при пониженном, так и повышенном напряжении в сети, поддерживает установленный режим работы паяльника при изменении этого напряжения в широких пределах.

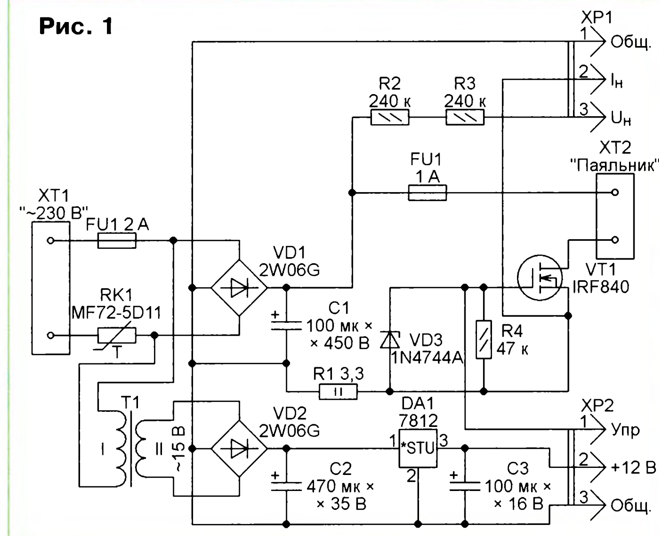
Предусмотрен форсированный начальный разогрев паяльника с возможностью регулирования длительности и напряжения этого процесса. При отсутствии в течение установленного времени нажатий на управляющие кнопки происходит автовыключение паяльника. Имеется защита от разного рода аварийных ситуаций и выхода сетевого напряжения и тока нагревателя паяльника за допустимые пределы. Предусмотрен режим калибровки имеющихся в устройстве измерителей тока и напряжения.

Устройство имеет небольшие габариты и массу, оно собрано в корпусе четырёхзеточного сетевого удлинителя.

Основные технические характеристики

Напряжение питающей сети, В	150...250
Стабилизированное напряжение на паяльнике, $В_{эфф}$	50...250
Максимальная мощность паяльника, Вт	99
Способ регулирования напряжения на паяльнике	ШИМ
Частота напряжения на паяльнике, Гц	240
Напряжение форсированного разогрева, В	150...250
Длительность форсированного разогрева, с	0...250
Длительность работы до автоотключения, ч	0,5...9,5
Точность поддержания выходного напряжения, %, не хуже:	
с микроконтроллером PIC16F73	±3
с микроконтроллером PIC16F873A	±2
Время срабатывания защиты от замыкания в нагрузке, мкс, не более	200

Рис. 1



Устройство состоит из блока питания и регулирования напряжения на паяльнике (принципиальная схема — на **рис. 1**) и блока управления (его принципиальная схема изображена на **рис. 2**). Нумерация элементов на этих схемах — сквозная. Разъёмы XS1 и XS2 блока управления соединяют соответственно с разъёмами XP1 и XP2 блока питания. Сетевое напряжение ~230 В, 50 Гц поступает на колодку с винтовыми зажимами XT1. Розетку для подключения паяльника соединяют с аналогичной колодкой XT2.

Сетевое напряжение, выпрямленное диодным мостом VD1 и сглаженное конденсатором C1, поступает на паяльник через ключ на полевом транзисторе VT1. На затвор этого транзистора приходят из блока управления прямоугольные импульсы с переменным коэффициентом заполнения. Изменяя этот коэффициент, можно регулировать эффективное значение напряжения на паяльнике, а следовательно, и его мощность. Стабилитрон VD3 ограничивает амплитуду импульсов между затвором и истоком транзистора, предохраняя его от пробоя. Терморезистор RK1 (MF72-5D11) уменьшает бросок зарядного тока конденсатора C1 в момент подключения прибора к сети.

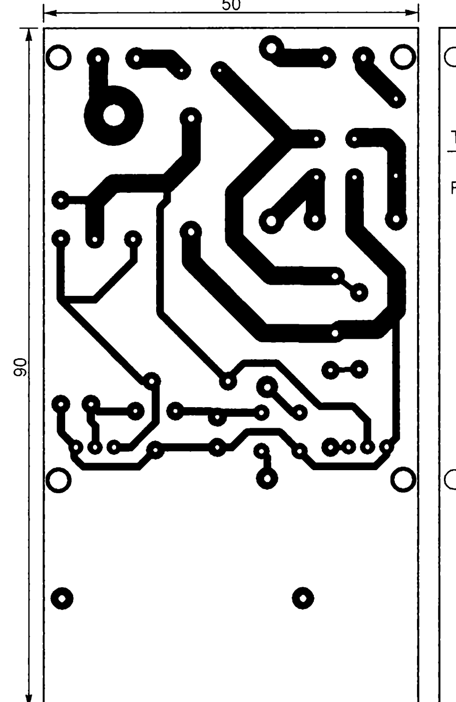
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

В цепь истока транзистора VT1 включён датчик тока — резистор R1. Падение напряжения на нём микроконтроллер DD1 использует для измерения тока через паяльник, для чего оно поступает через фильтр R31C4 на вход AN1 микроконтроллера. Оно же поступает в узел токовой защиты, собранный на параллельном интегральном стабилизаторе напряжения DA5.

Узел питания прибора собран по классической схеме. Его низковольтная часть состоит из понижающего трансформатора T1, диодного моста VD2, конденсаторов C2 и C3, интегрального стабилизатора напряжения +12 В DA1. Напряжение около +300 В для цепи питания паяльника получено, как сказано выше, непосредственным выпрямлением сетевого напряжения диодным мостом VD1 и его сглаживанием конденсатором C1. Микроконтроллер DD1 и микросхема энергонезависимой памяти DS1 питаются напряжением +5 В, полученным с помощью интегрального стабилизатора DA3.

Микроконтроллер PIC16F73-I/SP выбран для этого прибора благодаря его дешевизне и доступности при достаточном числе линий ввода—вывода и широким функциональным возможностям. Можно отметить два его недостатка: отсутствие энергонезависимой памяти данных и лишь восьмиразрядный АЦП. Первый недостаток преодолён использованием дополнительной микросхемы энергонезависимой памяти DS1 24C02B. Прибор может работать и без неё, но тогда при каждом его включении начальными значениями всех параметров будут те, что записаны в программе. Что же касается разрядности АЦП, то для описываемого прибора её вполне достаточно.



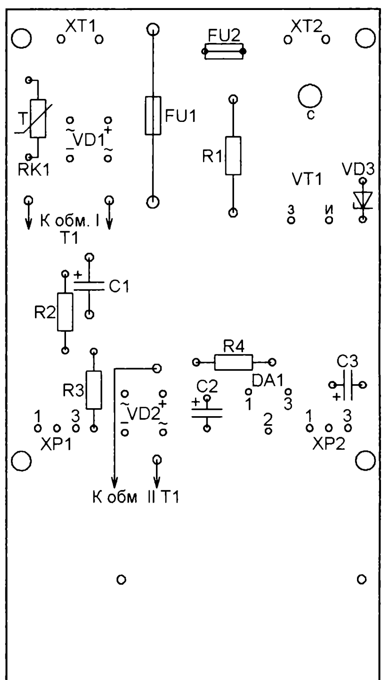


Рис. 3

Впрочем, микроконтроллер PIC16F73-I/SP можно без изменений в схеме и печатной плате заменить на PIC16F873A-I/SP, лишённый этих недостатков. При этом параметры прибора даже немного улучшатся. К статье приложен вариант программы и для этого микроконтроллера.

Требуемое напряжение на паяльнике устанавливают с помощью кнопок SB1 и SB2. Программа вычисляет необходимый для его получения коэффициент

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

заполнения управляющих импульсов, которые генерирует таймер микроконтроллера с помощью модуля ССР, работающего в режиме PWM. Транзистор VT2 увеличивает амплитуду этих импульсов до 12 В. Их низкая частота (240 Гц) позволила обойтись без специального усилителя (драйвера) для быстрой перезарядки входной ёмкости транзистора VT1. Цепь R28VD4 защищает транзистор VT2 от повреждения в случае пробоя транзистора VT1.

Постоянное напряжение, приблизительно равное амплитуде переменного сетевого, подано через делитель напряжения R2R3R26 и защитный резистор R25 на вход AN0 микроконтроллера. Верхнее плечо делителя составлено из двух резисторов, чтобы не превысить допустимое падение напряжения на каждом из них. Конденсатор C11 дополнительно сглаживает пульсации измеряемого напряжения.

Кварцевый резонатор ZQ1 и конденсаторы C6, C9 образуют частотозадающую цепь тактового генератора микроконтроллера. Параллельный стабилизатор напряжения DA2 вместе с резистором R7 задаёт образцовое напряжение для АЦП микроконтроллера.

Четырёхразрядный семиэлементный светодиодный индикатор HG1 подключён к микроконтроллеру разрядными выводами непосредственно, а выводами элементов — через резисторы R11—R18. Порядок соединения выводов элементов с выходами микроконтроллера выбран исходя из удобства трассировки проводников на печатной плате.

ность управляющих индикатором импульсов. Индикация — динамическая, по прерываниям от таймера TMR0 с интервалом 4 мс.

Внешняя EEPROM 24C02B (DS1) подключена к выводам RC3 и RC4 микроконтроллера, посредством которых организована шина I^2C. Резисторы R19 и R21 — нагрузочные для линий шины. Они должны быть установлены даже при отсутствии микросхемы DS1, иначе программа "зависнет".

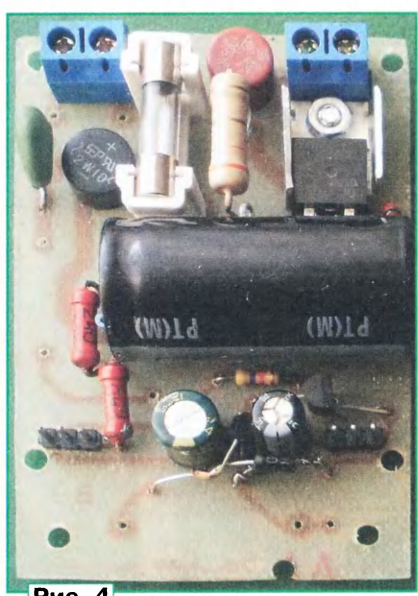
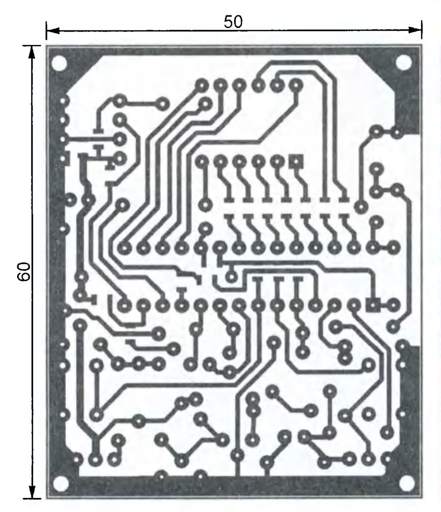


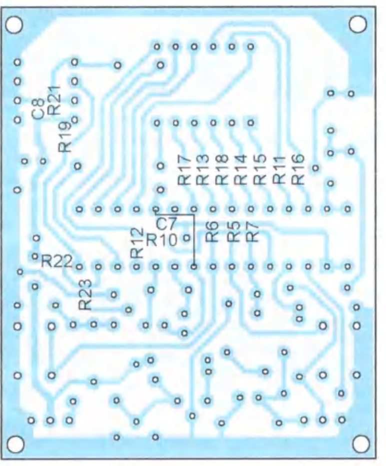
Рис. 4

чем на 30 % высокий логический уровень на входе RB7 микроконтроллера сменяется низким. Этот вход генерирует запрос прерывания по изменению уровня, реагируя на который, устройство менее чем за 200 мкс перейдёт в режим защиты. Благодаря этому и ограничению резистором R1 тока истока транзистора VT1 до 2...2,5 А, этот транзистор с большой вероятностью сохранит работоспособность.

На элементах DA4, R8, R9, C10, R20, VD5 и VD6 построен узел защиты от чрезмерного снижения напряжения питания +12 В, что возможно при пониженном сетевом напряжении. Такое снижение опасно тем, что может привести к недостаточной амплитуде открывающих импульсов на затворе транзистора VT1, его перегреву и выходу из строя. При напряжении ниже 10 В открытый при большем напряжении участок анод—катод параллельного стабилизатора DA4 закрывается, высокий уровень с катода через диоды VD5 и VD6 и резистор R25 поступает на вход AN0 микроконтроллера. Программа интерпретирует это как аварийное превышение допустимого сетевого напряжения и переводит устройство в защитный режим.

При сетевом напряжении, близком к нижнему пределу, напряжение на резисторе R26 опускается до 1,2 В. На катоде открытого стабилизатора DA4 в рабочем режиме напряжение — 1,8...2 В. Разность этих напряжений могла бы открыть один кремниевый диод. Чтобы исключить воздействие напряжения на катоде стабилизатора DA4 на измери-





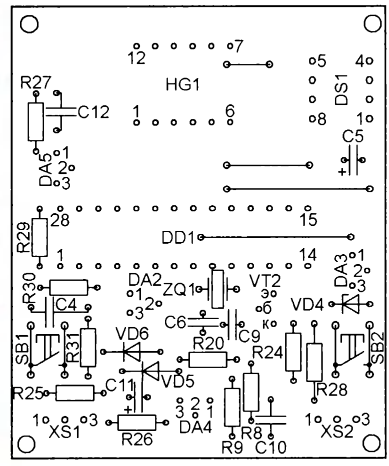


Рис. 5

В начале своей работы программа определяет тип индикатора (с общими анодами или с общими катодами). Для этого на вывод элементов В индикатора она подаёт через резистор R12 напряжение высокого логического уровня, а на один из выводов разрядов — низкого уровня. Затем программа, измерив через резистор R10 напряжение на выводе элементов В индикатора, делает заключение о полярности подключения светодиодов к выводам индикатора и на этом основании выбирает поляр-

В дополнение к программному контролю превышения предельных значений напряжения и тока устройство имеет ещё и аппаратные узлы защиты от аварийных ситуаций. Они собраны на параллельных стабилизаторах напряжения TL431CZ (DA4, DA5), используемых как компараторы напряжения.

На стабилизаторе DA5 и элементах C12, R27, R29, R30 собран быстродействующий узел защиты от замыкания в нагрузке. При превышении током паяльника максимального значения более

тельную цепь в рабочем режиме, он отделён от этой цепи двумя диодами — VD5 и VD6. Сопротивления резисторов R8 и R9 могут отличаться от указанных на схеме не более чем на 1 %, иначе возможны ложные срабатывания защиты либо её неработоспособность.

Печатные платы устройства выполнены из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм с односторонним фольгированием. На **рис. 3** изображён чертёж платы питания и регулирования и расположение на ней всех деталей, имею-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

щихся на схеме рис. 1. Внешний вид одной из первых версий этой платы показан на **рис. 4**. Вторая плата содержит все детали согласно схеме, показанной на рис. 2. Её чертёж и внешний вид — соответственно на **рис. 5** и **рис. 6**.

Резисторы R1—R4, R8, R9, R20, R24—R31 — МЛТ или им подобные указанной на схемах мощности. Остальные резисторы и конденсаторы (кроме оксидных С1—С3, С5, С11) — типоразмера 0802 для поверхностного монтажа. Для микросхем DD1 и DS1 предусмотрены панели.

Микросхему 24С02В можно заменить на более ёмкие 24С04 либо 24С08. Все они могут быть с различными индексами, но в корпусе PDIP-8, иначе печатную плату придётся переделывать. Контактные площадки под выводы 1—3 микросхемы DS1 на плате соединены с общим проводом. Это позволит микроконтроллеру правильно обращаться к тем микросхемам, у которых эти выводы служат адресными (у 24С02В они не задействованы). При использовании микроконтроллера PIC16F873A микросхему DS1 и резисторы R19, R21 устанавливать на плату не требуется.

Кнопки — тактовые с высотой толкателя 13 мм. Транзистор VT1 снабжён небольшим теплоотводом из медной или алюминиевой пластины размерами 12×40 мм и толщиной 1 мм, согнутой буквой П. В этой позиции можно применить транзистор IRF740, но у него ниже допустимое напряжение. Стабилитроны VD3, VD4 — любые маломощные на напряжение 12...15 В. Транзистор КТ3102Г можно заменить любым той же серии, а диоды 1N4148 — отечественными серий КД521, КД522. Резисторы R8 и R9 обязательно должны быть с допустимым отклонением от номинала не хуже ±1 %. Микросхемы серии TL431 должны быть в корпусе ТО92, но если их индексы отличаются от указанных на схеме, следует обратить внимание на указанное в справочных данных допустимое отклонение порогового напряжения от номинала. Зачастую оно хуже, чем у TL431CZ.

Терморезистор RK1 в крайнем случае можно заменить обычным резистором сопротивлением 3 Ом и мощностью 5 Вт, а диодные мосты VD1 и VD2 собрать из диодов 1N4007. Трансформатор Т1 при входном напряжении 230 В должен выдавать под нагрузкой 35 мА напряжение 15...16 В. Неплохо подходит трансформатор от блока питания телевизионной антенны с усилителем, называемой в народе "сетка".

Разъёмы XP1 и XP2 — PLS-3 или аналогичные с шагом контактов 2,54 мм. XS1 и XS2 — кабельные розетки BLS-3, соединённые с печатной платой блока управления отрезками трёхпроводного плоского кабеля. Можно использовать и другие подходящие разъёмы. Провода от сетевой вилки и от розетки для паяльника подключают к винтовым контактным колодкам XT1 и XT2.

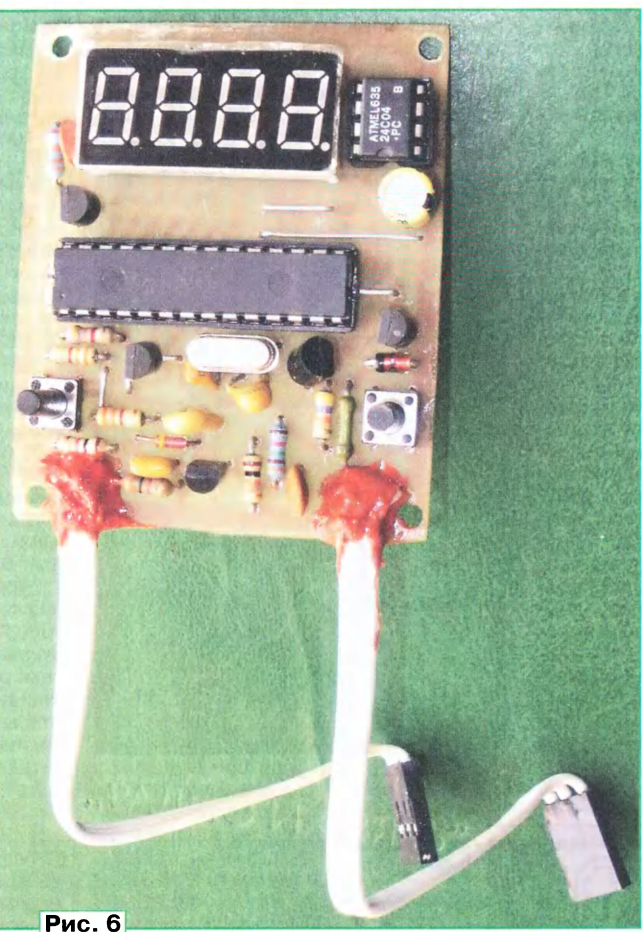


Рис. 6

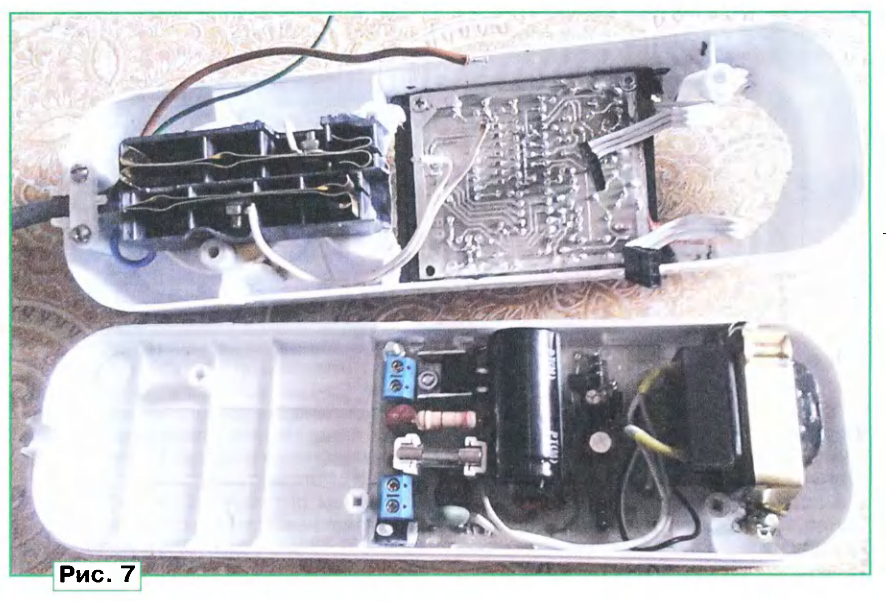


Рис. 7

Поскольку все детали устройства гальванически связаны с сетью ~230 В, оно должно быть помещено в корпус из изоляционного материала. Я использовал корпус сетевого удлинителя на четыре розетки. В нём оставлена одна розетка, остальное место использовано для размещения печатных плат, как показано на **рис. 7**. Мешающие части корпуса вырезаны лобзиком, а образовавшийся сверху вырез закрыт декоративной пластиной из пластмассы с отверстиями для кнопок и окном для индикатора. Особенно следует проследить, чтобы под напряжением не оказались металлические элементы крепления, доступные снаружи корпуса.

Собранное без ошибок и с точным соблюдением номиналов деталей устройство не требует налаживания и начинает работать сразу. Необходима лишь его калибровка, которая будет описана ниже.

Программа для микроконтроллера написана на языке С в среде MikroC. К статье приложены её варианты для обоих упомянутых ранее микроконтроллеров. После подключения устройства к сети первой выполняется процедура автоматического определения типа индикатора, далее программа читает информацию, хранящуюся в EEPROM DS1. Затем она на секунду выводит на индикатор букву U. В это время выходное напряжение плавно нарастает до значения, считанного из EEPROM. Оно больше номинального для паяльника, что обеспечивает его форсированный разогрев длительностью от 30 с до 4 мин. И напряжение, и продолжительность его действия можно изменять, сохраняя при этом новые значения в

EEPROM. О форсированном разогреве сигнализирует мигание всех знаков на индикаторе, на который в это время выводится текущее значение напряжения или мощности (в зависимости от режима, действовавшего перед выключением устройства). Разогрев можно прервать до его программного завершения, нажав на любую кнопку.

По завершении разогрева мигание индикатора прекращается, что свидетельствует о переходе в основной рабочий режим. Как и ранее, индикатор показывает выходное напряжение или мощность. При коротком нажатии одновременно на обе кнопки на индикатор будет выведена надпись U_ _P с мигающей буквой U или P в зависимости от текущего режима. Нажатием на кнопки можно менять режим. По истечении 8 с без нажатия кнопок либо при коротком нажатии на обе кнопки одновременно прибор перейдёт в основной режим с индикацией напряжения или мощности, в зависимости от сделанного выбора. Признак режима сохраняется в EEPROM, и при следующем включении прибор продолжит работать в этом режиме.

Напряжение выводится на индикатор с округлением до 1 В, а мощность — до 0,1 Вт. Мощность программа вычисляет исходя из измеренного напряжения, приложенного к паяльнику, и текущего через него тока.

В рабочем режиме каждое нажатие на кнопку SB1 уменьшает напряжение на паяльнике на 1 В, а нажатие на кнопку SB2 на столько же увеличивает его. При индикации мощности её значение на индикаторе изменяется в соответствии с приращением напряжения. При удержании кнопки нажатой более 3 с напряжение изменяется через каждые 2 с. Такой характер воздействия кнопок на выведенное на индикатор значение сохраняется во всех режимах работы прибора.

По достижении напряжением минимального (50 В) или максимального (250 В) значения далее оно не изменяется, мигает буква U или P. При очень низком сетевом напряжении достичь требуемого напряжения на паяльнике иногда не удаётся. В этом случае на индикаторе начинает мигать буква U или P, сигнализируя, что достигнуто максимально возможное значение. После отпускания кнопки индикатор перестаёт мигать и показывает это значение.

Напряжение не растёт при нажатии соответствующей кнопки и в том случае, если достигнута предельная мощность — 99 Вт. Это может происходить при работе с паяльником большой номинальной мощности.

При любых изменениях сетевого напряжения прибор регулирует напряжение, приложенное к паяльнику таким образом, что оно остаётся равным установленному. Следовательно, стабилизируется и мощность его нагревания.

Если удерживать обе кнопки нажатыми в течение 4 с, устройство переходит в режим установки параметров. При нажатиях на кнопки на индикаторе по кольцу сменяются надписи, обозначающие режимы изменения следующих параметров (в скобках указаны их предельные значения):

FStU — напряжения форсированного старта (от 150 до 250 В);

FStt — длительности форсированного старта (от 30 до 250 с);

toFF — времени до выключения паяльника при отсутствии нажатий на кнопки (от 0,5 до 9,5 ч);

CALI — режим калибровки измерителей напряжения и тока.

В выбранный режим можно перейти коротким нажатием на обе кнопки. Во время установки параметра на индикаторе мигает крайний левый знак. Выходят из этого режима коротким нажатием на обе кнопки или автоматически через 8 с отсутствия нажатий.

Автоматическое выключение паяльника по истечении заданного времени предусмотрено для обеспечения пожарной безопасности. После него на индикаторе мигает надпись OFF, а на паяльник не поступает напряжение. При нажатии на любую кнопку прибор возвращается в обычный режим работы с прежними параметрами.

В режиме калибровки на индикатор выводится, прежде всего, мигающая надпись toFF, что означает необходимость извлечения вилки паяльника из розетки устройства. Сделав это, подключите к розетке вместо паяльника образцовый вольтметр постоянного тока с пределом измерения не менее 300 В. Программа сама определит, что паяльник отключён, и выведет на розетку напряжение с конденсатора C1, а на индикаторе покажет измеренное значение этого напряжения. Нажимая на кнопки, добейтесь его равенства показанию образцового вольтметра, после чего коротким одновременным нажатием на обе кнопки запишите в EEPROM результат калибровки.

После этого на индикатор будет выведена мигающая надпись t_on, что означает необходимость подключить к розетке паяльник. Если сделать это до появления этой надписи, то прибор перейдёт в рабочий режим со старым значением калибровочного коэффициента.

Паяльник нужно подключать холодным, предварительно точно измерив сопротивление его нагревателя. На индикатор будет выведено измеренное программой значение этого сопротивления. Поскольку в процессе измерения напряжение на паяльник подаётся короткими редкими импульсами, нагреватель остаётся холодным, особенно у паяльника большой мощности, с которым калибровка получается более точной.

Подключив паяльник, следует с помощью кнопок установить на индикаторе значение, наиболее близкое к ранее измеренному, а затем сохранить результат калибровки одновременным коротким нажатием на обе кнопки. Сменив паяльник, повторять калибровку нет необходимости.

При каждом включении устройства в сеть программа микроконтроллера прибора считывает из EEPROM в оперативную память длительность форсированного старта, его напряжение, калибровочные константы, признак режима индикации и напряжение, подаваемое на паяльник перед выключением прибора. Следует иметь в виду, что это напряжение программа записывает только спустя десять минут после его изменения. Сделано это для того, чтобы не запоминать его кратковременные изменения для проведения работ небольшого объёма, требующих особого режима пайки. При самом первом включении либо при неисправности микросхемы DS1 будут установлены значения параметров по умолчанию, заданные в программе.

В устройстве предусмотрена защита от перегрузки как по току, так и по напряжению. При срабатывании защиты регулятор немедленно выключает паяльник и выводит на индикатор мигающее сообщение о причине этого: I.out — аномальный ток паяльника, либо U_I n — аномальное сетевое напряжение. Вывести устройство из этого состояния можно лишь его отключением от сети.

В заключение следует отметить, что питание паяльника импульсами с крутыми фронтами, тем более частотой 240 Гц, увеличивает вероятность повреждения паяемых деталей наводками от сети через ёмкость между корпусом и нагревателем паяльника, из-за чего очень желательно заземление его корпуса. Впрочем, это утверждение справедливо для всех импульсных регуляторов, в том числе тиристорных.

От редакции. *Программы для микроконтроллеров двух указанных в статье типов имеются по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/solder.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Микроконтроллерный имитатор электронно-световых индикаторов 6Е5С и ЕМ4

Д. МОЛОКОВ, г. Нижний Тагил Свердловской обл.

Радиолюбители, занимающиеся реставрацией ламповых радиоаппаратов, изготовленных в середине прошлого века, знают, что с каждым годом всё труднее приобрести электронно-световые индикаторы, особенно импортного производства. Предлагаемый имитатор не требует дефицитных и дорогостоящих деталей и позволяет без вмешательства в схему аппарата заменить наиболее распространённые индикаторы 6Е5С и ЕМ4. Выбор для имитации именно этих индикаторов обусловлен также сходством их конструкции и почти одинаковыми размерами кратера и ширмы. Возможна также замена ЕМ1, ЕМ11 и других электронно-световых индикаторов с круглым кратером. Питание — от цепи накала заменяемого индикатора.

Идея замены электронно-световых индикаторов электромеханическими возникла почти сразу за появлением самих электронно-световых индикаторов. Так называемый "ортоскоп", изображённый на **рис. 1**, появился в 1925 г. В 1947 г. на основе "ортоскопа" был создан индикатор, явно подражавший "магическому глазу" (**рис. 2** и **рис. 3**), а в 1949 г. выпустили даже "магнитный глаз" (**рис. 4**). Однако широкого распространения эти индикаторы не получили.

Рис. 1

Эскиз конструкции предлагаемого оптико-механического индикатора показан на **рис. 5**. Его основа — бесщёточный, с внешним ротором электродвигатель 10 от компьютерного вентилятора 4010М12S типоразмера 40×40 мм. Удалены лопасти вентилятора и внешний фланец. Спицы статора укорочены так, чтобы они вписались в окружность диаметром 27 мм. К торцу ротора приклеена цилиндрическая шторка 12 с наружным диаметром 8 мм, высотой 7...10 мм и прорезью шириной 0,8...1 мм по образующей. Шторка 12 вращается внутри неподвижного конического экрана 5, её торец прикрыт непрозрачной ширмой 6, внутри которой находится источник света 7 — сверхъяркий светодиод зелёного цвета свечения. Проводники 13, подводящие ток к светодиоду, одновременно служат кронштейнами, крепящими экран 5 и ширму 6. Таким образом, внутренняя поверхность экрана 5 освещена через щель во вращающейся шторке 12, что при непрерывной работе источника света создаёт равномерную засветку этой поверхности. Если в определённые моменты времени источник включать и выключать, на экране станут видны светлые и тёмные секторы.

Внутренняя поверхность экрана 5 окрашена в белый цвет, а его внешняя поверхность и видимые через прозрачный колпак 8 шторка 12, кронштейны-проводники 13 и внутренняя поверхность кожуха 9 — в чёрный цвет. Если применить светодиод повышенной яркости белого свечения, то внутреннюю поверхность экрана 5 нужно сделать зелёной.

Датчик начала отсчёта угла поворота 4 — оптрон с открытым оптическим каналом, реагирующий на белую метку 14, нанесённую на цилиндрическую поверхность ротора электродвигателя 10. Возможно применение и оптрона, реагирующего на нарушение оптической связи между излучающим диодом и фототранзистором (например, от привода гибких дисков). Но в случае его применения на роторе двигателя 10 необходимо закрепить непрозрачный "флажок", перекрывающий при вращении рабочий зазор оптрона. Такая конструкция может выйти за габариты имитируемой лампы, но в любом случае плата 3 с оптроном 4 будут спрятаны за шкалой радиоаппарата. Изменять конструкцию его лицевой панели или подшкальника не потребуется.



Рис. 2



Рис. 3

К статору электродвигателя 10 приклеена печатная плата 2 с деталями системы управления имитатором, которая противоположным торцом вставлена в цоколь 1, идентичный цоколю заменяемой электронной лампы. На плату, электродвигатель и детали электромеханического формирователя изображения надет и вставлен в цоколь 1 металлический кожух 9, скреплённый с платой 2 резьбовой втулкой 11. Внешнюю поверхность кожуха для имитатора лампы 6Е5С рекомендуется окрасить в серый или серебристый цвет, а для имитатора лампы ЕМ4 — в красный цвет.

Основа системы управления, принципиальная схема которой показана на **рис. 6**, — микроконтроллер PIC16F73-I/P (DD1), описание которого можно найти в [1]. Рабочий цикл его программы состоит из четырёх фаз:

— измерения напряжения на "сетке" имитатора;

— измерения длительности оборота ротора двигателя;

— обработки содержимого результата измерения напряжения и регистров таймера-счётчика;

— формирования изображения.

Напряжение измеряется с помощью имеющегося в микроконтроллере DD1 восьмиразрядного АЦП последовательного приближения, тактируемого его собственным RC-генератором [2]. Источником образцового напряжения для АЦП служит стабилитрон VD9. АЦП стартует в начале фазы измерения напряжения и автоматически останав-

РАДИО®

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ливается по завершении преобразования, о чём сигнализирует установка нуля в разряде GO/DONE регистра ADCON0 микроконтроллера. Обнаружив этот ноль, программа перейдёт к измерению длительности оборота.

Для повышения входного сопротивления имитатора по цепи "сетки" (у лампы оно бесконечно) и согласования интервалов изменения напряжения, подаваемого на "сетку" и приходящего на вход АЦП AN0, применён инвертирующий масштабный усилитель [3] на ОУ DA1. Это позволяет вставлять цоколь XP1 имитатора непосредственно в панель заменяемой лампы без какого-либо вмешательства в схему аппарата. Обратите внимание, что на схеме рис. 6 номера штырей цоколя приведены без скобок для лампы 6Е5С и в скобках для лампы EM4.

Для подсчёта длительности оборота ротора электродвигателя программа разрешает прерывания по перепаду логического уровня на входе INT микроконтроллера DD1, на который поступает импульс с оптрона U1 (поз. 4 на рис. 5), сформированный компаратором напряжения на ОУ DA2. Стабилизатор образцового напряжения для компаратора — диоды VD6 и VD7.

Первый после разрешения прерывания спадающий перепад логического уровня на входе INT запускает 16-разрядный таймер-счётчик 1 микроконтроллера, получающий приращение на единицу в каждом машинном цикле. Следующий перепад логического уровня в том же направлении остановит таймер-счётчик 1. Содержимое его счётного регистра в этот момент равно длительности оборота в машинных циклах.

В процессе счёта разрешено прерывание и по переполнению таймера-счётчика. Оно может произойти при частоте вращения ротора двигателя менее 1920 мин$^{-1}$, что случается во время его разгона или при высохшей смазке подшипникового узла. Если прерывание произошло, программа включает светодиод красного цвета свечения HL1 и цикл возобновляется. Это означает, что изображение на экране имитатора может быть искажено.

Программная обработка содержимого регистра результата АЦП и регистров таймера-счётчика происходит с учётом того, что поверхность экрана условно разделена на 256 секторов. Программа вычисляет вес единичного сектора в машинных циклах и, в зависимости от результата измерения напряжения, определяет моменты включения и выключения светодиодной подсветки экрана во время следующего оборота ротора двигателя. Для индикатора EM4 она выделяет также группы секторов, имитирующих тени его ножей на экране.

Фаза индикации начинается с первого же спадающего перепада логического уровня на входе INT, произошедшего после обработки содержимого регистров АЦП и таймера-счётчика. В течение начавшегося с этого перепада оборота ротора программа с помощью твердотельного реле U2 включает и выключает светодиод EL1 в ранее вычисленные моменты времени.

Далее начинается новое измерение напряжения и подсчёт числа машинных циклов за один оборот. Внешний вид экрана имитатора индикатора 6Е5С показан на **рис. 7**, а имитатора индикатора EM4 — на **рис. 8**.

Помимо оптрона KTIR0811S, в качестве датчика положения ротора автором были испытаны пара излучающий диод — сдвоенный фототранзистор от шариковой компьютерной мыши и миниатюрный индукционный датчик положения от привода гибкого диска. Такие замены не потребовали никаких изменений в программе.

Индикатор питается переменным напряжением 6,3 В, исходно предназначенным для нити накала лампы, потребляющей ток около 0,3 А. При использовании в качестве EL1 мощного светодиода ток, потребляемый по цепи 6,3 В, может легко превысить это значение, что приведёт к перегрузке накальной обмотки трансформатора питания приёмника. Обычно это не представляет опасности, поскольку от той же обмотки питаются подогреватели и других ламп аппарата, и относительная перегрузка невелика.

Но если она окажется недопустимой, необходимо заменить оптореле U2 и резистор R17 специализированным драйвером светодиода, имеющим высокий КПД и снабжённым входом управления.

На схеме рис. 6 выводы 7 и 8 цоколя XP1 соединены. Это соответствует тому, как соединена накальная цепь с общим проводом в большинстве радиоаппара-

Рис. 4



Кожух 9 снят

Рис. 5

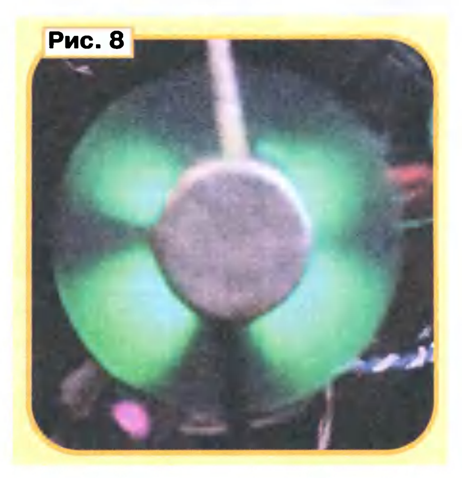


Рис. 6

Рис. 7

Рис. 8

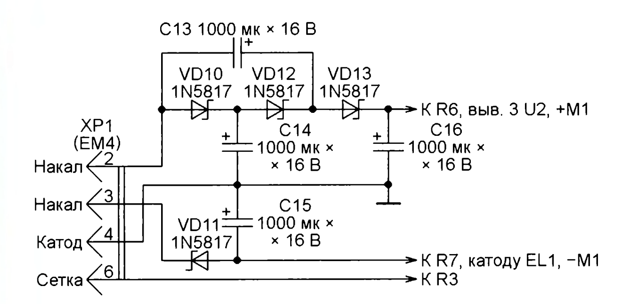


Рис. 9

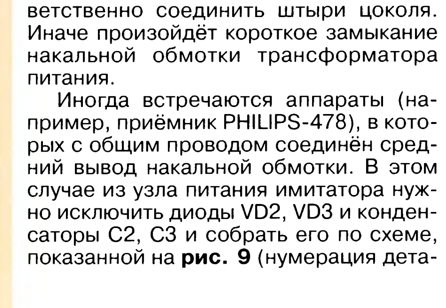


Рис. 10

тов, использующих индикатор 6Е5С. Однако в некоторых из них с общим проводом (гнездом 8 панели индикатора) соединено гнездо 2, а не 7. Прежде чем вставлять в эту панель имитатор, нужно проверить, какое именно гнездо панели соединено с гнездом 8, и соответственно соединить штыри цоколя. Иначе произойдёт короткое замыкание накальной обмотки трансформатора питания.

Иногда встречаются аппараты (например, приёмник PHILIPS-478), в которых с общим проводом соединён средний вывод накальной обмотки. В этом случае из узла питания имитатора нужно исключить диоды VD2, VD3 и конденсаторы C2, C3 и собрать его по схеме, показанной на **рис. 9** (нумерация деталей продолжает начатую на рис. 6), нумерация контактов цоколя соответствует лампе EM4.

В радиоаппаратах с бестрансформаторным питанием придётся заменить нить накала индикатора эквивалентным резистором и получить напряжение ~6,3 В для питания имитатора с помощью отдельного понижающего трансформатора.

Почти все детали имитатора установлены на печатной плате (поз. 2 на рис. 5), чертёж которой показан на **рис. 10**. Изображённый штриховыми линиями выступ размерами 12×22,6 мм в левой по чертежу части платы необходим только для имитатора лампы EM4, он входит внутрь её цоколя. На плате для имитатора лампы 6Е5С этот выступ не нужен, её размеры — 59×26 мм.

Расположение деталей на плате показано на **рис. 11**. Большинство резисторов установлено перпендикулярно её поверхности. Выводы резистора R5, находящегося на условно нижней стороне платы, припаяны к контактным

M2:1

Рис. 11

площадкам для других деталей. Для микроконтроллера DD1 на плате установлена панель, в которую его следует вставлять уже запрограммированным. Если микроконтроллер смонтирован без панели, то программатор можно подключить непосредственно к его выводам, как показано штриховыми линиями на схеме рис. 6.

Электродвигатель M1 прижат к правому по чертежу краю печатной платы и зафиксирован термоклеем. Паз размерами 6×1 мм должен остаться свободным для доступа к подшипнику двигателя для смазки.

Конденсаторы C2, C3, резистор R6, диоды VD2, VD3 и стабилитрон VD4 размещены в свободном пространстве между нижней стороной печатной платы и кожухом. Они закреплены там своими жёсткими выводами и термоклеем. При монтаже следует принять меры, исключающие замыкания этих деталей с печатными проводниками платы и с кожухом.

Оптрон U1 установлен на отдельной печатной плате, чертёж которой изображён на **рис. 12**. Эта плата соединена с основной тремя жёсткими проводами и резистором R1.

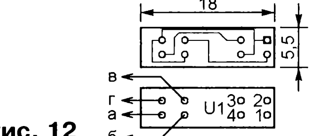


Рис. 12

Все резисторы — МЛТ или аналогичные импортные указанной на схеме мощности. Оксидные конденсаторы C2, C3 — серии ME-WG фирмы SANYO с диаметром корпуса 10 мм, C4, C5 — K50-35 или импортные. Остальные конденсаторы — керамические.

Налаживание сводится к подборке резисторов R4 и R9 такими, чтобы при подаче на штырь "Сетка" цоколя имитатора индикатора 6Е5С постоянного напряжения −7,5 В относительно штыря "Катод" сомкнулись края тёмного сектора на экране, а далее до напряжения −14 В происходил так называемый "перехлёст" [4].

У индикатора EM4 напряжение на сетке может находиться в интервале 0...−20 В [5]. Необходимо убедиться, что края сектора высокой чувствительности смыкаются при напряжении на "сетке" −5 В, а края сектора низкой чувствительности — при напряжении на "сетке" −20 В. Режим "перехлёста" не предусмотрен.

ЛИТЕРАТУРА

1. PIC16F7X 28/40-pin, 8-bit CMOS FLASH Microcontrollers. — URL: **https://lib.chipdip.ru/204/DOC000204367.pdf** (17.04.17).

2. AN546. Using the Analog-to-Digital (A/D) Converter. — URL: **http://datasheet-pdf.com/PDF/AN546-Datasheet-Microchip Technology-617085** (27.04.17).

3. **Хоровиц П., Хилл У.** Искусство схемотехники. Перевод с англ. Под редакцией Гальперина М. В. — М.: Мир, 1986.

4. **Голубев Ю. Л., Жукова Т. В.** Электровакуумные приборы. Справочник. — М.: Энергия, 1960.

5. Electronic Tube Handbook. — PHILIPS, 1953.

***От редакции.** Программы микроконтроллера для двух типов индикаторов и файлы печатных плат в формате Sprint Layout 6.0 имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/imitator.zip** на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

Выносные высокочастотные щупы к частотомеру

А. ПАНЬШИН, г. Москва

Автор предлагает выносные щупы, расширяющие пределы измерения частотомера. Они делят на 100 частоту измеряемого сигнала, имеют дифференциальные входы и в одном варианте такие же выходы. Во втором варианте выход обычный, несимметричный. Напряжение питания щупов — 5 В, потребляемый ток — 51 мА. Они построены на аналоговом компараторе ADCMP553 и делителях частоты МС12080 и КС193ИЕ3.

На **рис. 1** изображена схема щупа с симметричным выходом. Измеряемый сигнал с входных контактов по цепям C1R1 и C2R2 поступает на симметричный вход компаратора напряжения ADCMP553 (DA1), выполненного на полевых транзисторах, изолированные затворы которых защищены обратносмещёнными диодами. Выводы 1 и 2 DA1 управляют внутренней "защёлкой", позволяющей в нужный момент зафиксировать состояние выходов компаратора. При показанном на схеме подключении этих выходов "защёлка" отключена.

Как установлено экспериментально, чувствительность компаратора ADCMP553 зависит от синфазного напряжения смещения на его входах, которое поступает от внутреннего источника положительного напряжения. Если в цепях входов нет резисторов R3 и R5, соединяющих их с общим проводом, напряжение на входах — более 3 В, а чувствительность компаратора понижена. Максимальная чувствительность достигается при напряжении смещения 1...1,15 В, которое устанавливают подборкой этих резисторов.

При указанном на схеме их сопротивлении 150 кОм входное сопротивление щупа — около 230 кОм. Размах входного сигнала, при котором щуп работает устойчиво в полосе частот от 1 МГц до 600 МГц, — не менее 0,3 В, 0,7 В на частоте 0,9 ГГц и 1 В на частоте 1,2 ГГц.

Максимальная рабочая частота компаратора ADCMP553, согласно техническому описанию в [1], — всего 800 МГц. Между его входами с помощью разъёма X1 можно подключить резистор R4 сопротивлением 51 Ом. При этом входное сопротивление щупа уменьшается до 1 кОм, а полоса расширяется в сторону высоких частот. На частотах от 0,6 ГГц до 1 ГГц чувствительность — не хуже 0,3 В, на частоте 1,4 ГГц — 0,7 В, на частоте 1,55 ГГц — 1 В. Однако на частотах ниже 0,6 ГГц частотомер, к которому подключён щуп, завышает показания.

Резисторы R6 и R7 в цепях выходов компаратора (выводов 5 и 6) соединены с общим проводом. Их сопротивление не 100 Ом, как рекомендовано, а 390 Ом, чтобы не допустить превышения допустимого выходного тока. Сопротивление нагрузки при этом не превышено, поскольку к выходам компаратора подключены входы первого делителя частоты — микросхемы МС12080 (DD1), имеющей входное дифференциальное сопротивление менее 100 Ом.

Эксперименты показали, что этот делитель работает на частотах от 1 МГц до 1,6 ГГц, хотя в его документации [2] область устойчивой работы простирается от 100 МГц до 1,1 ГГц. Управляющие входы SW1—SW3 делителя МС12080 соединены с плюсом питания, что задаёт его коэффициент деления равным 10. С выхода первого делителя сигнал амплитудой 1,2 В с крутыми перепадами поступает на вход микросхемы КС193ИЕ3 (DD2) — второго делителя частоты на 10.

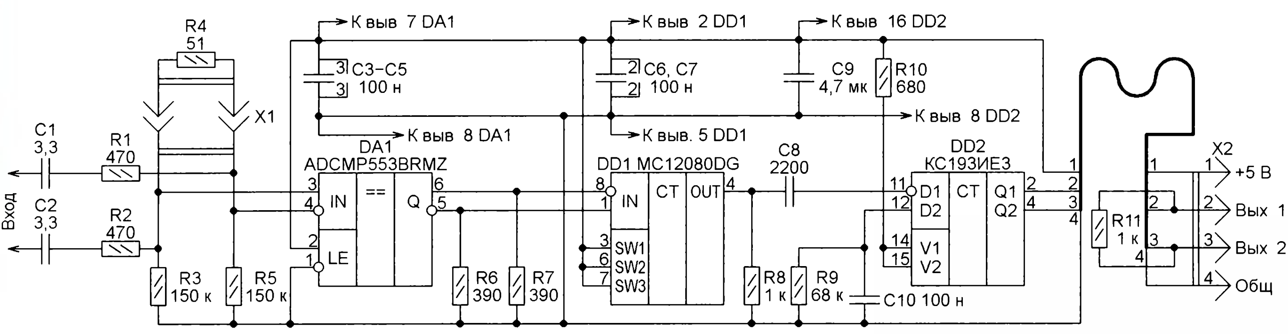


Рис. 1

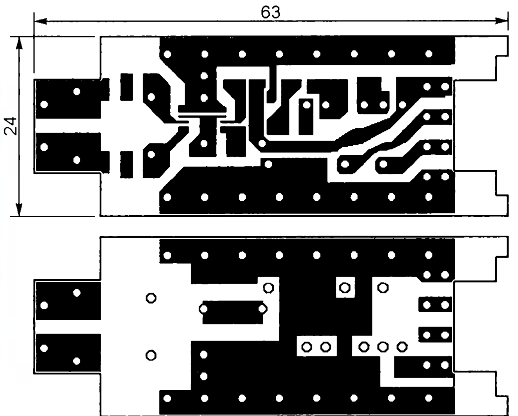
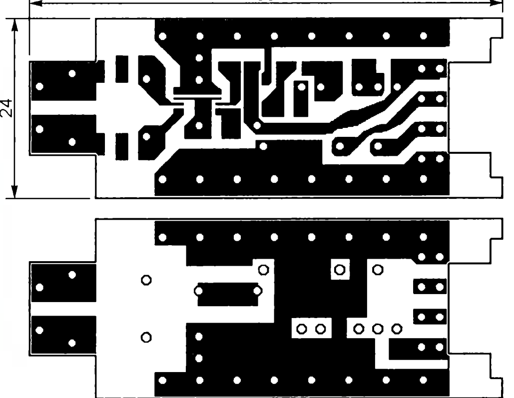



Рис. 2

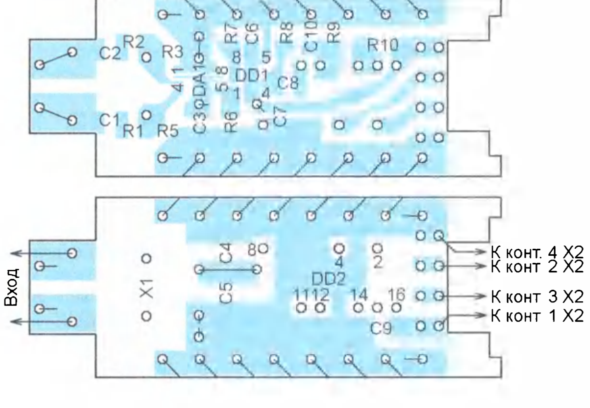


Рис. 3

Плата щупа соединена с выходным разъёмом X2 жгутом из четырёх проводов длиной 80 см. Резистор R11 находится в непосредственной близости к контактам разъёма. Разъём X2 рассчитан на подключение к симметричному входу доработанного мной частотомера FC250 [3, 4]. По жгуту на щуп подано

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru


Рис. 4

напряжение питания 5 В со стабилизатора напряжения, имеющегося в FC250, а на дифференциальные входы этого частотомера, доработанного в соответствии с [3, 4], с выходов делителя DD2 щупа поступает противофазный сигнал размахом 0,6 В.

Поскольку время счёта входных импульсов в частотомере FC250 всего 0,1 с, без щупа-делителя на его индикатор выводится значение частоты в десятках герц (если не учитывать поло-

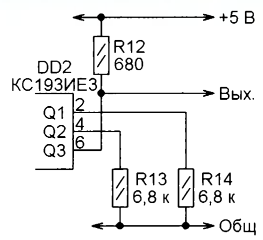


Рис. 5

обрезать до минимальной длины. Остальные резисторы и конденсаторы — типоразмеров 0805 или 1206 для поверхностного монтажа. Разъём X1 — любая четырёхконтактная пара вилка — розетка с шагом расположенных в один ряд контактов 2,54 мм (например, CHU-4 и CWF-4), у которой оставлены только крайние контактные пары, а средние удалены. Вилка X2 — WF-4R. Корпусы разъёмов приклеены к соответствующим платам.

Под корпусами микросхем DA1 и DD1 плату перед их пайкой покройте лаком или тонким слоем термоклея. Конденсатор C8 и резистор R9 устанавливают на плату в процессе налаживания щупа.

Вставив вилку X2 с резистором R11 в соответствующий разъём частотомера, подбирают сопротивление резистора R9 до прекращения счёта микросхемой DD2, после чего монтируют на плату конденсатор C8. Затем основную плату проверенного в действии щупа и платы разъёмов обезжиривают и покрывают влагозащитным лаком. Основную плату помещают в термо-

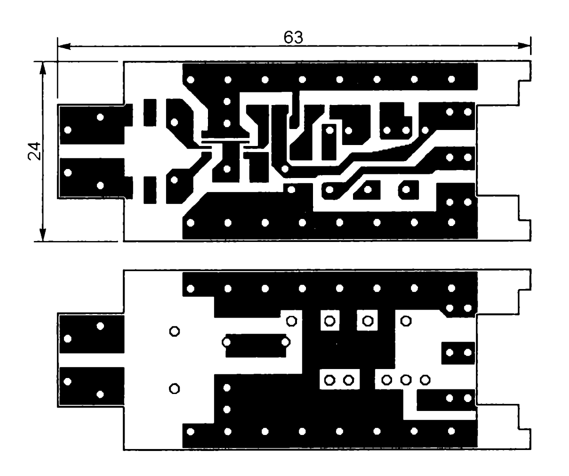


Рис. 6

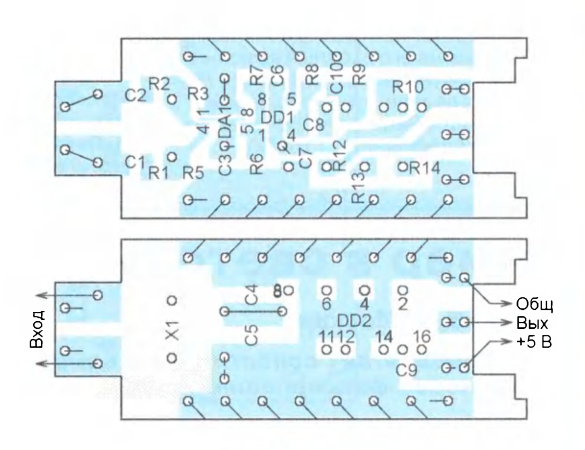


Рис. 7

жение десятичной запятой). С учётом деления частоты щупом на 100, оно будет выражено в килогерцах.

Чертёж платы рассмотренного щупа изображён на **рис. 2**, а расположение деталей на нём — на **рис. 3**. Чертёж печатной платы для разъёма X2 и резистора R11 имеется на рис. 13 в [4]. Платы изготовлены из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, покрытого фольгой с двух сторон (для платы щупа) или с одной стороны (для платы разъёма). Края платы щупа "обмётаны" медным лужёным проводом диаметром 0,5 мм, который припаян к фольге с обеих сторон платы. Из такого же провода сделаны и припаяны к фольге показанные на рис. 3 перемычки. Входные контакты щупа выполнены из жёсткого лужёного провода диаметром 0,75 мм.

Резистор R4 — МЛТ-0,25. Его выводы перед припайкой к контактам вилки разъёма X1 следует


Рис. 8

усаживаемую трубку диаметром 25/12,5 мм, а плату разъёма X2 — в такую же трубку диаметром 12,5/7 мм. Экранирование щупа не предусмотрено, оно увеличило бы его входную ёмкость и уменьшило чувствительность. Внешний вид щупа показан на фотоснимке **рис. 4**.

Для работы с частотомером, имеющим обычный несимметричный вход, был изготовлен второй вариант щупа, отличающийся лишь тем, что его выходные цепи выполнены по схеме, изображённой на **рис. 5**. Этот щуп соединяют с частотомером жгутом из трёх проводов. Нагрузка (резистор R11) на конце провода "Вых.", подключаемого к частотомеру, отсутствует. Уровни выходного сигнала — ТТЛ. Чертёж печатной платы этого щупа изображён на **рис. 6**. Элементы расположены на ней в соответствии с **рис. 7**.

На **рис. 8** показано измерение частоты гетеродина средневолно-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 9

вого радиоприёмника, настроенного на радиостанцию, работающую на частоте 612 кГц. Измеренная частота гетеродина (1077 кГц) на 465 кГц (значение промежуточной частоты приёмника) выше несущей частоты радиостанции.

Частоту сигнала источника, создающего вокруг себя достаточно мощное электромагнитное поле (например, беспроводной телефонной трубки), можно измерять, не подключая к нему щуп, а превратив его входные выводы в антенну — полуволновый вибратор. На **рис. 9** это сделано с помощью зажимов "крокодил". Рабочая частота передатчика телефонной трубки — 927076 кГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Single-Supply, High Speed PECL/LVPECL Comparators ADCMP551/ADCMP552/ADCMP553. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADCMP551_552_553.pdf** (27.02.17).

2. MC12080 1,1 GHz Prescaler. — URL: **http://www.nxp.com/assets/documents/data/en/data-sheets/MC12080.pdf** (27.02.17).

3. **Паньшин А.** Предварительный усилитель-формирователь для частотомера FC250. — Радио, 2015, № 2, с. 18—20.

4. **Паньшин А.** Доработка частотомера FC250. — Радио, 2016, № 3, с. 23, 24.

Таймер в светодиодной лампе

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Автор предлагает оснастить светодиодную лампу таймером, который через фиксированный промежуток времени её отключает.

В статье автора "Регулируемая сетевая светодиодная лампа" ("Радио", 2017, № 5, с. 27, 28) были описаны варианты оснащения светодиодных ламп, собранных на микросхемных электронных драйверах, регуляторами яркости (как плавными, так и ступенчатыми). Такие лампы весьма несложно дополнить таймером, описание которого приведено далее. Он выключит лампу через определённый временной интервал после подачи на неё питающего напряжения. Для последующего включения лампы необходимо кратковременно (на 1...2 с) отключить питающее напряжение и затем вновь подать его. Сделать это можно с помощью штатного выключателя освещения.

Схема таймера и его подключение к драйверу светодиодной лампы торговой марки Camelion на микросхеме BP2832A показаны на **рис. 1**. Нумерация штатных элементов лампы приведена в соответствии с маркировкой на её плате, а вновь введённых, которые выделены красным цветом, — продолжена. Но сначала следует сказать о способе выключения драйвера. Значительная их часть в светодиодных лампах собрана на специализированных микросхемах, "начинка" которых питается непосредственно от сетевого выпрямителя. Для этого в состав таких микросхем входит стабилизатор напряжения с встроенными или внешними гасящими резисторами. Для сглаживания пульсаций этого стабилизатора используется внешний конденсатор (очень часто керамический) относительно небольшой ёмкости. Для его подключения у микросхем имеется специальный вывод.

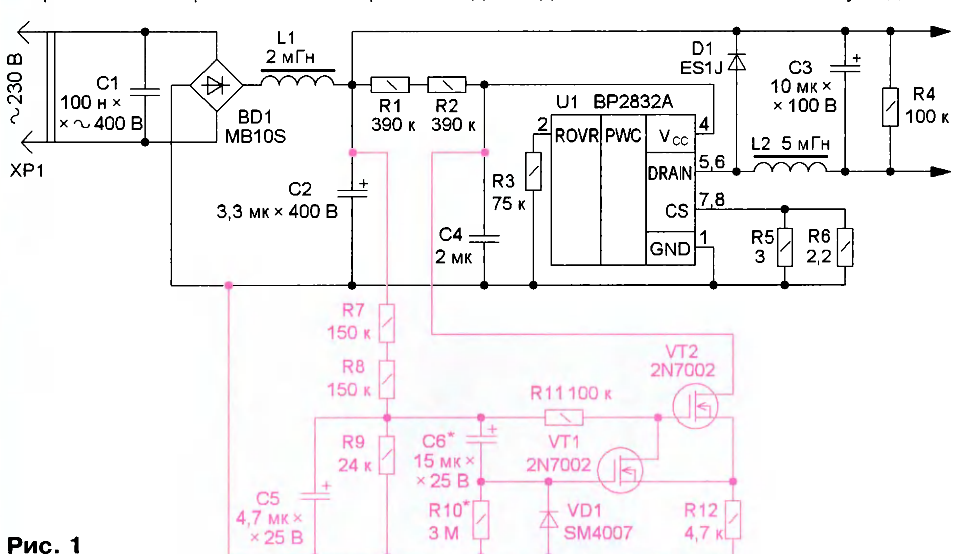


Рис. 1

При замыкании этого вывода с общим выводом питания микросхемы некоторые её узлы окажутся обесточены и драйвер перестанет работать — лампа погаснет.

Собственно таймер собран на полевых транзисторах VT1 и VT2 по схеме триггера Шмитта с времязадающей RC-цепью C6, R10. Сток транзистора VT2 подключён к конденсатору C4 фильтра питания микросхемы U1. Когда этот транзистор открывается, напряжение питания узлов микросхемы уменьшается до долей вольта, и она приостанавливает свою работу. Выбор транзисторов 2N7002 обусловлен их весьма высокими предельными параметрами: напряжение затвор—исток — ±40 В, напряжение сток—исток — 60 В.

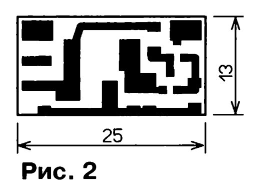


Рис. 2

После подачи питающего напряжения на таймер поступает напряжение 20...23 В с резистивного делителя R7—R9. Конденсатор C5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения и подавляет помехи от драйвера. Начинается зарядка конденсатора C6 через резистор R10. Транзистор VT1 открыт, а VT2 — закрыт, поэтому драйвер светодиодной лампы работает в штатном режиме. По мере зарядки конденсатора C6 напряжение на резисторе R10 уменьшается, и когда оно станет меньше 3...4 В, транзистор VT1 начнёт закрываться и напряжение на его стоке станет расти. Это приведёт к открыванию транзистора VT2, и наступит момент, когда они скачком переключатся — VT1 закроется, а VT2 откроется. Напряжение питания узлов микросхемы уменьшится примерно до 2 В, в результате лампа погаснет.

Постоянная времени RC-цепи C6, R10 для указанных на схеме номиналов $\tau = C6 \cdot R10 = 15 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{6} = 45$ с. Вроде бы такой и должна быть задержка выключения. Но следует помнить, что по определению постоянная времени — это временной интервал, в течение которого конденсатор зарядится до уровня $0{,}632 \cdot U_{пит}$ ($U_{пит}$ — напряжение питания RC-цепи). В данном случае конденсатор C6 заряжается примерно до $(0{,}8...0{,}9) \cdot U_{пит}$, поэтому задержка окажется приблизительно в два раза больше. Эксперимент показал, что время задержки выключения — 1 мин 25 с. Конечно же, стабильность выдержки времени невысока, но в предлагаемой конструкции это не имеет существенного значения.

В таком режиме лампа может находиться сколь угодно долго, при этом потребляемый от сети ток существенно меньше штатного. Измерения с лампой Camelion показали, что потребляемый ток — 35 мА во включённом состоянии и 8 мА в выключенном.

Чтобы вновь включить лампу и запустить таймер, необходимо отключить сетевое напряжение на 1...2 с. За это время конденсатор C6 успеет разрядиться через диод VD1 и резистор R9. После этого подача сетевого напряжения включит лампу, и отсчёт времени начнётся заново.

Таймер собран на односторонней печатной плате, её чертёж показан на **рис. 2**, а расположение элементов — на **рис. 3**. Для уменьшения размеров платы таймера применены элементы для поверхностного монтажа. Конденсаторы — танталовые, резисторы — типоразмера 1206. Короткими отрезками изолированного провода плату таймера соединяют с платой драйвера лампы. После проверки работоспособности плату таймера приклеивают к ней термостойким клеем.

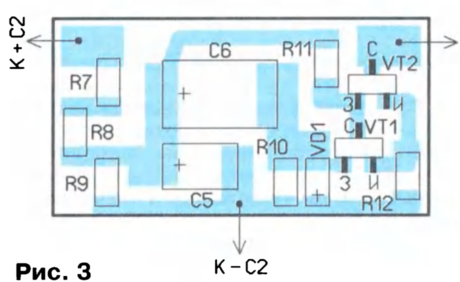


Рис. 3

Рис. 4

Если корпус лампы позволяет использовать выводные детали, можно применить транзисторы 2N7000, резисторы — МЛТ, Р1-4, С2-23, диод — 1N4007, конденсатор C5 может быть любым, а C6 желательно применить танталовый, у него ток утечки меньше. Топологию платы можно не изменять, только для выводов элементов сделать в плате отверстия.

Время задержки выключения можно изменить подборкой элементов C6 и R10. Увеличение их номиналов приводит к увеличению времени задержки. Но не следует забывать о токе утечки конденсатора, который, как правило, растёт с увеличением его ёмкости, и об обратном токе диода. Поэтому сопротивление резистора R10 должно быть не более 10 МОм.

Такой таймер был установлен и в светодиодную лампу торговой марки Онлайт мощностью 7 Вт. В ней применена микросхема JW1779. Схема драйвера этой лампы и подключение к нему таймера показаны на **рис. 4**. Оказалось, что при замыкании конденсатора C3 лампа выключается не полностью, светодиоды продолжают светить с существенно меньшей яркостью. Этот эффект можно использовать для реализации дежурного освещения. После первого цикла работы таймера лампа переходит в дежурный режим и светит слабо, после выключения и последующего включения она начинает светить с номинальной яркостью, а по истечении времени выдержки вновь переходит в дежурный режим. Потребляемый лампой ток при номинальной яркости — 27 мА, а в дежурном режиме он уменьшается до 7 мА.

Для управления этим драйвером сопротивление резистора R12 не должно превышать 2...2,5 кОм. При большем сопротивлении драйвер остаётся включённым. Но и это ещё не всё. Оказалось, что при сопротивлении резистора R12 в несколько сотен ом переход в дежурный режим сопровождается серией из нескольких вспышек. Обусловлено это следующими причинами. Во-первых, от сопротивления резистора R12 зависят порог переключения и гистерезис триггера Шмитта. Во-вторых, на резисторе-предохранителе FU падает часть сетевого напряжения. После переключения триггера лампа переходит в дежурный режим и потребляемый ток уменьшается. Поэтому напряжение на выходе выпрямителя увеличивается, триггер переключается в первоначальное состояние и лампа включается. Затем триггер вновь переключится — лампа перейдёт в дежурный режим. Так пройдёт несколько циклов (несколько вспышек), и в итоге лампа окончательно перейдёт в дежурный режим. Этот эффект можно использовать для сигнализации окончания времени выдержки.

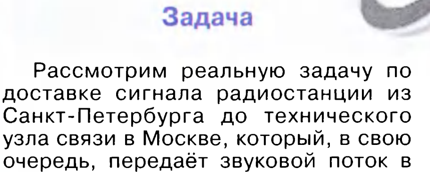
Аналогично была доработана светодиодная лампа торговой марки Онлайт мощностью 10 Вт. Схема драйвера этой лампы соответствует рис. 4, за исключением того, что применена микросхема BP9912C, ёмкость конденсатора C2 — 2,2 мкФ, сопротивление защитного резистора-предохранителя, обозначенного как FU, — 200 Ом, а R2 — 100 кОм. В номинальном режиме работы потребляемый лампой ток — 36 мА, в дежурном режиме — 7 мА.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

"Поднимаем" сигнал радиостанции на спутник

А. СЕРГЕЕВ, г. Москва, технический директор M10Media

Многие радиостанции в определённый момент своего развития ставят перед собой задачу доставить сигнал до большого числа географически разнесённых городов. Классическое решение для такой задачи — спутниковое вещание. О том, как это решение было реализовано с помощью оборудования швейцарской фирмы Barix, мы и расскажем в этой статье.



Задача

Рассмотрим реальную задачу по доставке сигнала радиостанции из Санкт-Петербурга до технического узла связи в Москве, который, в свою очередь, передаёт звуковой поток в систему спутникового вещания ТриколорТВ. Забегая вперёд, отметим, что по этой схеме уже более двух лет "поднимают" сигнал на спутник радиостанции "Радио Ваня" и "Радио для двоих", а с 1 июля 2016 г. и официальная радиостанция Санкт-Петербургской митрополии "Град Петров".

Для интеграции сигнала в спутниковый пакет ТриколорТВ узел связи предъявляет требования к формату сигнала и линии передачи, а именно к цифровому аудио AES/EBU, передающимуся по кабелю сопротивлением 75 Ом и разъёмом BNC.

С первой задачей (получить AES/EBU на выходе) отлично справляется устройство Barix Exstreamer 1000.

Вторая задача (обеспечить сопротивление 75 Ом и разъём BNC для подключения коаксиального кабеля) была решена с помощью устройства Canare BCJ-XJ-TRB.

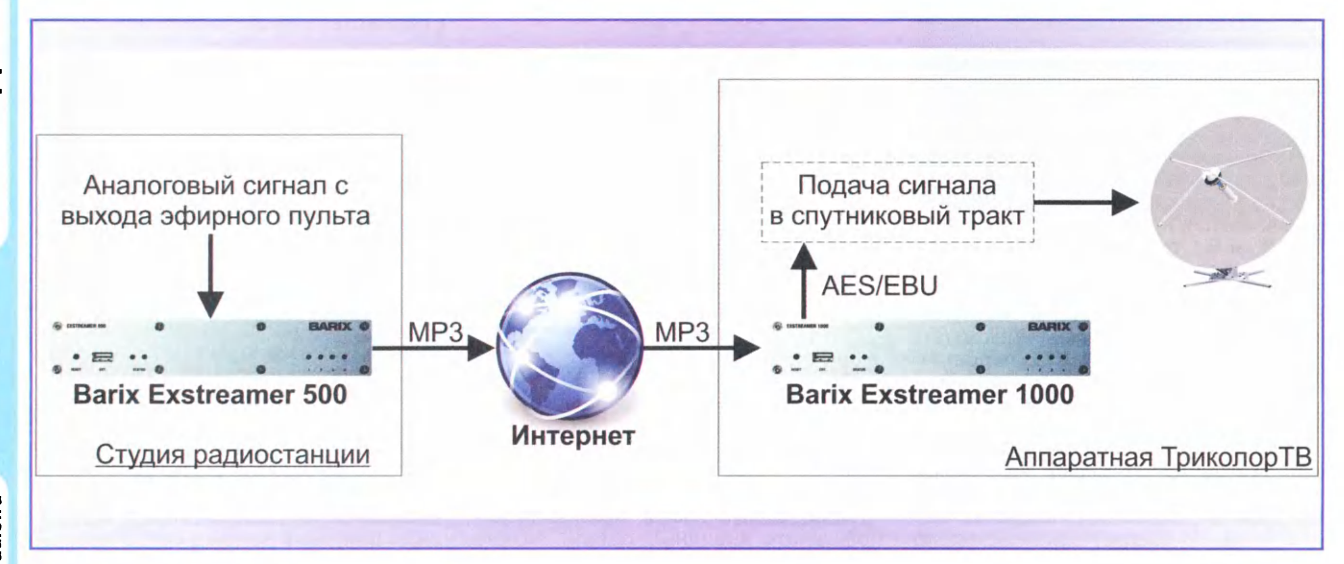
Выбор решения

По какой причине был выбран именно Barix Exstreamer? С точки зрения технического директора, основные факторы, влияющие на выбор, — надёжность, удобство и простота использования, хорошая доступная документация и техническая поддержка. И всем этим требованиям оборудование Barix удовлетворяет в полном объёме.

Время загрузки устройства — несколько секунд. Есть возможность подключить флэш-накопитель с резервной музыкальной базой и в случае аварии на интернет-канале или полного отключения передающей стороны Barix автоматически начнёт воспроизведение резервного плей-листа.

Немаловажны и размеры устройства. В стандартной rack-стойке вы можете разместить в одном посадочном месте (1U) два устройства, а это позволяет минимизировать расходы на аренду.

В устройстве нет движущихся частей, всё охлаждение — пассивное, а значит, нам не стоит бояться отказа системы охлаждения и тратить ресурсы на регулярный осмотр/замену вентиляторов. Как следствие, устройство — абсолютно бесшумное.



Студия

В качестве кодера в студии (на передающей стороне) используется Exstreamer 500, на вход которого подаётся аналоговый студийный сигнал радиостанции. По функционалу это устройство полностью повторяет Exstreamer 1000, единственное отличие — отсутствие поддержки AES/EBU у 500-й модели. Прошивка кодера позволяет передавать цифровой сигнал по IP-сетям одновременно на восемь устройств. Поддерживаются и популярные серверы онлайн вещания Icecast/Shoutcast, что позволяет с помощью одного кодера передавать звуковые данные одновременно и на сервер онлайн вещания, и на несколько декодеров.

Отметим, что оба устройства (Exstreamer 1000 и Exstreamer 500) могут работать и как кодер, и как декодер звука. Для изменения функции устройства необходимо заменить прошивку. Процесс этот очень простой, осуществляется через дружественный веб-интерфейс и занимает всего несколько минут. Универсальность устройства заметно облегчает жизнь, поскольку все устройства взаимозаменяемы и нет необходимости держать на складе отдельно кодер и декодер.

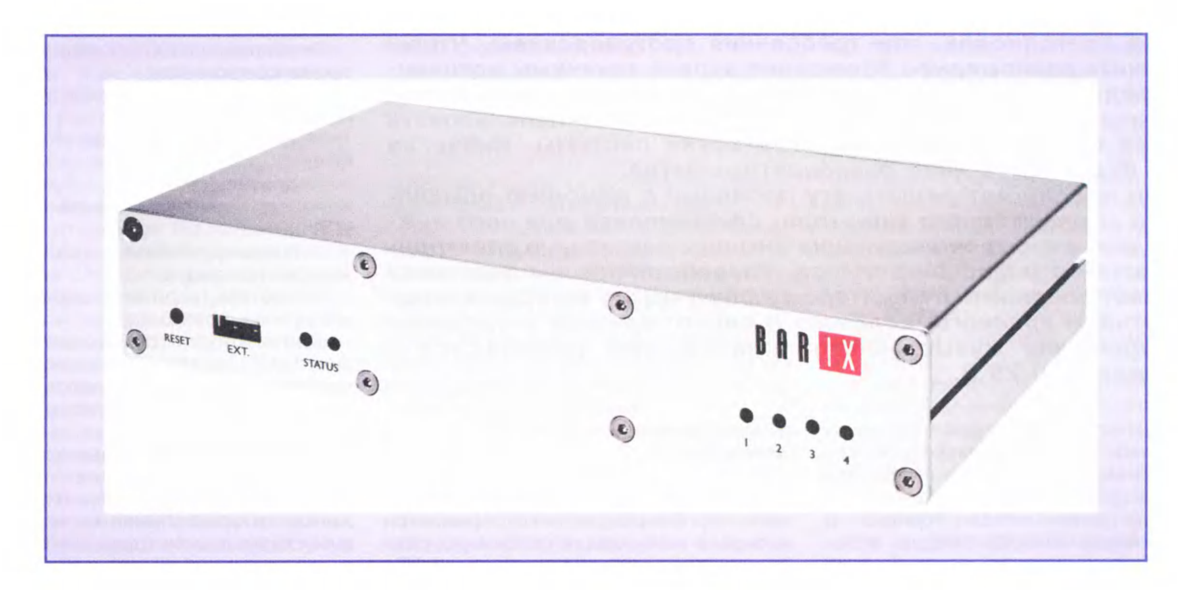
Поддерживается и режим дуплекс — когда звуковые данные одновременно передаются в обе стороны, это может быть полезно, например, для технического контроля. Единственное ограничение — такой режим работает только с форматом PCM (без компрессии).

Прошивки

В нашем случае на передающей стороне установлена прошивка Instreamer Standard Firmware, а на приёмной — Streaming Client Firmware. Прошивки регулярно обновляются, при этом даже

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

старые версии настолько хорошо отлажены, что отлично справляются с базовым функционалом, а это говорит о серьёзном отношении компании к своему продукту. В качестве примера хочу привести интересную статистику. Перезагрузка устройств происходила только по причине продолжительных отключений питания в офисе радиостанции или при изменении основных



настроек, что происходит довольно-таки редко. В среднем время работы устройств без перезагрузки составляет не менее 250...300 дней.

Выбор формата кодирования

На передающей стороне установлен Barix Exstreamer 500, который поддерживает передачу данных в формате MP3 (битрейт — до 320 кбит/с, VBR или CBR) или PCM. Последний вариант не использует компрессию и передаёт звуковые данные без потерь, но обратная сторона медали — скорость передаваемого потока достаточно высока и составляет примерно 1,5 Мбит/с.

Многочисленные эксперименты показали, что большинство слушателей не могут на слух определить разницу между музыкальной композицией в формате MP3 с битрейтом выше 192 кбит/с и несжатой фонограммой в формате PCM. По этой причине оптимальным выбором формата кодирования будет MP3 с битрейтом 256 кбит/с (стерео) и частотой дискретизации 44,1 кГц.

Доставка сигнала

Идеальный вариант для канала доставки — прямая оптическая линия связи между кодером и декодером, это гарантирует стабильную связь на скоростях в сотни мегабит в секунду и полное отсутствие потерь данных. Стоимость такого канала связи достаточно велика даже в пределах города, а для связи между разными городами цена прокладки кабеля и абонентская плата окажутся поистине космическими.

Использование сети Интернет заметно уменьшает стоимость подключения и регулярные платежи. Но не стоит забывать и о немаловажном факте — передача данных через Интернет идёт через большое количество промежуточных узлов: коммутаторы, серверы и т. п. Число таких узлов может достигать 10...20, а это значит, что возрастает риск потери данных. В нашем случае потеря (или задержка в доставке) передаваемых пакетов приведёт к пощёлкиванию или пропаданию звука.

Для передачи звука Barix использует протокол RTP (англ. Real-time Transport Protocol), который разработан специально для передачи аудио- и видеоданных в реальном времени и, в частности, умеет интерполировать потерянные пакеты.

Отметим, что с кратковременными ошибками доставки эффективно справляется так называемый буфер приёма (Audio buffer size). Декодер Barix накапливает несколько секунд аудиоданных в буфере, что позволяет скомпенсировать потери отдельных пакетов и не допустить пропадания трансляции.

В нашем случае для доставки сигнала используется обычный Интернет, и это решение достаточно хорошо себя зарекомендовало на практике. Со стороны студии подключено несколько интернет-провайдеров, в случае отказа одного из них данные автоматически начинают передаваться через соседний работающий канал.

Технический узел в г. Москве является специализированным объектом связи, следовательно, надёжность электрической сети и Интернет соединения там гораздо выше любого офисного подключения.

Заключение

В этой статье мы описали лишь один из многих вариантов использования IP-аудиооборудования фирмы Barix. Хорошая документация и большой выбор устройств позволяют реализовывать самые сложные схемы от домофонных систем и комплексов для озвучивания помещений до создания трансляционных сетей передачи звука в реальном времени.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Компьютерный монитор — экран ЦДУ

А. САВЧЕНКО, пос. Зеленоградский Московской обл.

Сделать высококачественный экран для цветодинамической установки (ЦДУ) не так уж просто. Он должен быть компактным и обеспечивать хорошее смешение цветов. При использовании точечных источников света, например, ламп накаливания или мощных светодиодов, эти требования противоречивы. Чтобы обеспечить равномерное освещение экрана точечным источником каждого цвета, приходится значительно удалять такие источники от освещаемой ими поверхности либо использовать сложные светорассеивающие оптические системы. Иначе на экране будут видны лишь разноцветные пятна.

Автор предлагает решить эту проблему с помощью обыкновенного компьютерного монитора, сформировав для него нужные видео- и синхронизирующие сигналы с помощью электронных ключей и микроконтроллера. Разработанная им приставка позволяет соединить с монитором любую ЦДУ, у которой выходные сигналы красного, зелёного и синего каналов в процессе прослушивания музыкального произведения изменяются в интервале 0...0,75 В.

Сегодня почти у всех дома есть устройство, которое с успехом может послужить экраном ЦДУ. Это — монитор компьютера. Он обеспечит идеальное смешение цветов, а если говорить о ЖК-мониторах, которых сегодня абсолютное большинство, то и минимально возможные габариты. Что немаловажно, дополнительное место в комнате для размещения монитора искать не надо. Современные телевизоры тоже зачастую имеют режим монитора, что даёт возможность использовать такой телевизор в качестве экрана ЦДУ.

Чтобы понять принцип вывода информации на монитор, рассмотрим структуру его входных сигналов. Поскольку прообраз компьютерного монитора — телевизор, в нём сохранены телевизионные принципы формирования изображения на экране. Поэтому набор входных сигналов не изменился: строчные синхронизирующие и гасящие импульсы (ССИ, СГИ), кадровые синхронизирующие и гасящие импульсы (КСИ, КГИ) и собственно видеосигналы трёх цветовых компонент R, G и B. Отличие состоит в том, что на телевизор они приходят в составе единого полного цветового телевизионного сигнала, а монитор имеет пять раздельных входов: три — для цветовых компонент видеосигнала и по одному — для ССИ и КСИ. Отдельных входов для гасящих импульсов нет, они поступают в составе видеосигналов и устанавливают их уровни во время своего действия "чернее чёрного", как правило, это — 0 В.

В компьютере все задачи по формированию необходимых для работы монитора сигналов решает видеокарта. Для ЦДУ такое устройство, максимально упрощённое, придётся создавать самостоятельно.

Импульсы синхронизации монитора должны иметь уровни пятивольтной логики, причём активный уровень этих импульсов для различных видеорежимов может быть как высоким, так и низким. Каждая цветовая компонента видеосигнала изменяется от 0 до 0,7 В (максимальная яркость — "уровень белого").

В каждой строке развёртки можно выделить две области: активную, в течение которой видеосигнал отображается на экране монитора, и пассивную, совпадающую по времени с передачей СГИ и по этой причине не видимую на экране. Именно в пассивной области на монитор поступает ССИ, начинающий новую строку развёртки. Структура цикла кадровой развёртки аналогична структуре строки. В телевизорах и мониторах с электронно-лучевыми трубками пассивные области были необходимы для выполнения занимающих довольно много времени обратных ходов электронного луча по горизонтали и вертикали. В приборах, оснащённых ЖК, светодиодными или плазменными экранами, особой необходимости в этих областях нет, но они сохраняются для совместимости новых мониторов (телевизоров) со старыми.

Следует заметить, что временное положение ССИ и КСИ относительно границ соответствующих гасящих импульсов не произвольно. Каждый синхроимпульс должен начинаться с определённой задержкой относительно начала соответствующего гасящего импульса (это так называемая передняя площадка), а гасящий импульс должен заканчиваться через определённое время после окончания синхроимпульса (задняя площадка).

Стандарты на видеорежимы мониторов устанавливают следующие параметры:

Общие:

— размеры видимой области экрана по горизонтали и вертикали в элементах изображения (пикселах);

— длительность отображения одного пиксела;

— частота следования пикселов (величина, обратная их длительности).

Строчная развёртка:

— направление (как правило, по горизонтали слева направо);

— длительность активной области строки;

— длительность передней площадки СГИ;

— длительность ССИ;

— длительность задней площадки СГИ;

— полная длительность строки (сумма четырёх предыдущих);

— частота (величина, обратная полной длительности строки).

Кадровая развёртка:

— направление (как правило, по вертикали сверху вниз);

— длительность активной области кадра;

— длительность передней площадки КГИ;

— длительность КСИ;

— длительность задней площадки КГИ;

— полная длительность кадра (сумма четырёх предыдущих);

— частота (величина, обратная полной длительности кадра).

Длительность отображения одного пиксела $T_{пкс}$ и обратная ей величина — частота следования пикселов $F_{пкс}$ — по сути, важнейшие параметры, на базе которых задают все остальные временные параметры видеорежима. Например, в **табл. 1** приведены параметры одного из распространённых видеорежимов, который обычно имеется во всех выпускаемых мониторах и вполне пригоден для их работы в составе ЦДУ.

Перечень видеорежимов (а их на сегодняшний день несколько десятков), которые поддерживает конкретная модель монитора, и значения параметров развёртки для каждого из них можно получить разными способами. Но наиболее подходящим я считаю использование утилиты PowerStrip (URL: **http://www.entechtaiwan.com/files/pstrip.exe** (06.03.17)). Она проста в использовании и даёт полную информацию о поддерживаемых видеорежимах и длительности основных интервалов времени для каждого из них. Утилита позволяет использовать её без регистрации в течение 30 дней. Этого вполне достаточно для получения полной информации о мониторе.

Для строчной развёртки длительность всех интервалов времени задают исходя из числа укладывающихся в них пикселов, а затем, зная $T_{пкс}$, переводят их в микросекунды. Для кадровой развёртки за единицу времени принимают длительность строки. Параметры этой развёртки также могут быть представлены и в обычных единицах времени, обычно в миллисекундах.

Чтобы монитор отображал видеосигналы, поступающие на его видеовходы, достаточно подать на него ССИ и КСИ, соответствующие требуемому видеорежиму. Проанализировав синхроимпульсы, монитор установит этот режим самостоятельно. Никаких дополнительных команд не требуется, но практика показывает, что все параметры синхроимпульсов должны быть выдержаны с погрешностью не более нескольких процентов. К сожалению, мне не удалось найти в литературе никаких официальных сведений о допустимых отклонениях этих параметров.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Разработанная приставка для соединения ЦДУ с компьютерным монитором содержит формирователь импульсов синхронизации и гашения (синхронизатор) и электронные ключи, которые в нужные моменты подменяют видеосигналы гасящими импульсами, устраняя этим возможные блики по краям экрана.

Синхронизатор может быть реализован либо на стандартных логических микросхемах (счётчиках и элементах, выполняющих простые логические функции), либо на микроконтроллере или ПЛИС (программируемой логической интегральной схеме). Я предпочёл микроконтроллер семейства AVR.

Генерировать требуемую последовательность импульсов с его помощью можно чисто программно либо с использованием внутренних таймеров микроконтроллера. Первый способ решает задачу "в лоб". Поскольку длительность исполнения микроконтроллером каждой машинной команды при заданной тактовой частоте известна, их следует скомпоновать таким образом, вставив при необходимости холостые операции NOP, чтобы программа изменяла уровни на выходах микроконтроллера строго в необходимые моменты времени.

Для точной реализации необходимых временных соотношений желательно, чтобы тактовая частота микроконтроллера была равна или в целое число раз выше $F_{пкс}$. Но если учесть скоростные возможности рассматриваемых микроконтроллеров, становится ясно, что их максимальная тактовая частота ниже частоты следования пикселов даже в самом простом видеорежиме с параметрами, представленными в табл. 1. В этой ситуации разработка программы сопряжена с определёнными трудностями. Слишком большая длительность машинного цикла может помешать формировать интервалы времени с достаточной точностью.

Тем не менее программа, написанная на языке ассемблера, в большинстве случаев обеспечивает достаточно точное соблюдение всех параметров синхросигналов. Любой язык программирования высокого уровня использовать сложнее, поскольку особенности реализации его компилятором тех или иных конструкций языка и время их исполнения программисту, как правило, неизвестны.

Большой плюс этого варианта — возможность применения простейшего микроконтроллера со скромным набором периферии и небольшим объёмом памяти. Требования к нему можно сформулировать так: необходимы три линии вывода и кварцевая стабилизация тактовой частоты, с избытком достаточно 1024 байта памяти.

Есть и недостатки. Главный — крайне неэффективное использование процессора микроконтроллера. Собственно изменение логических уровней на выходах занимает менее 5 % процессорного времени. Остальные 95 % времени процессор просто выполняет холостые машинные циклы. Конечно, можно попытаться заменить холостые циклы последовательностями инструкций, выполняющих какие-либо полезные действия, например, определяющих состояние кнопок управления и переключающих видеорежимы. Однако длительности исполнения таких последовательностей должны быть строго равны длительностям холостых операций, которые они заменяют. На практике сделать это довольно сложно, потому что фрагменты программ, содержащие проверку каких-либо условий, обычно исполняются за разное время в зависимости от результатов проверок.

Ещё один недостаток состоит в том, что для смены видеорежимов требуется существенная корректировка программы. Как вариант, можно хранить в памяти микроконтроллера программы для каждого из видеорежимов и вызывать их по мере необходимости.

Таблица 1

Размер видимой области, пкс	640×480	
Частота следования пикселов, МГц	24	
Строчная развёртка		
Единица измерения	пкс	мкс
Активная область	640	26,667
Передняя площадка	24	1
ССИ	96	4
Задняя площадка	40	1,667
Полная строка	800	33,333
Частота развёртки, Гц	30000	
Активный уровень ССИ	низкий	
Кадровая развёртка		
Единица измерения	строка	мс
Активная область	480	16
Передняя площадка	18	0,6
КСИ	2	0,067
Задняя площадка	25	0,833
Полный кадр	525	17,5
Частота развёртки, Гц	57,143	
Активный уровень КСИ	низкий	

Процессор микроконтроллера можно освободить от непроизводительных операций, если снять с него задачу точного выдерживания интервалов времени, возложив её на внутренние таймеры микроконтроллера. Это требует наличия в микроконтроллере как минимум двух 16-разрядных таймеров, каждый из которых имеет два, а лучше три блока сравнения. Один таймер ведёт счёт времени внутри строки, другой — внутри кадра. Необходимость использования 16-разрядных таймеров связана с тем, что число пикселов в строке и строк в кадре почти всегда превышает 256. Попытки применить восьмиразрядные таймеры, понизив частоту их тактирования, зачастую приводят к большим погрешностям выдерживания нужных интервалов времени и к получению сообщений вроде "Недопустимый режим" на экране монитора.

О моментах времени, в которые требуется изменить уровни на выходах микроконтроллера, таймеры сообщают программе путём генерации запросов прерываний при совпадении состояний счётных регистров с константами, загруженными в регистры сравнения при инициализации программы. В ответ на запросы процессор выполняет короткие процедуры обработки прерываний, в которых изменяет логические уровни на выходах микроконтроллера. Это освобождает для других задач те самые 95 % процессорного времени, о которых шла речь выше.

В большинстве случаев для смены видеорежима достаточно перезагрузить регистры сравнения новыми значениями. Недостаток этого варианта — для его реализации требуется более сложный и дорогой микроконтроллер.

Принципиальная схема приставки изображена на **рис. 1**. Микроконтроллер DD1 формирует импульсы синхронизации и гашения в соответствии с табл. 1 без использования таймеров.

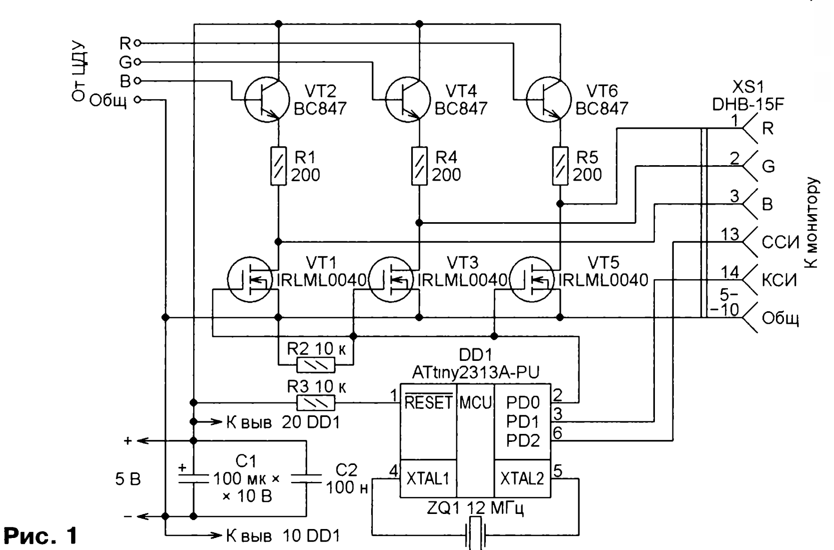


Рис. 1

Этот видеорежим выбран исходя из того, что в нём способны полноценно работать все мониторы с форматом экрана 4:3. На мониторах с форматом экрана 16:9 по его бокам остаются тёмные полосы.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

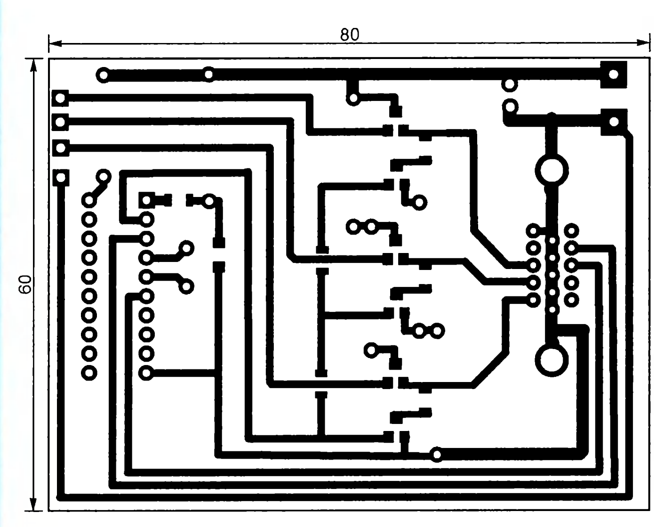
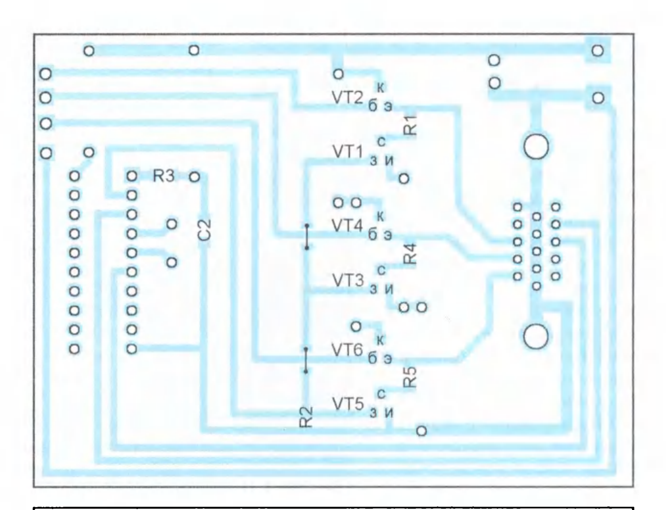


Рис. 2



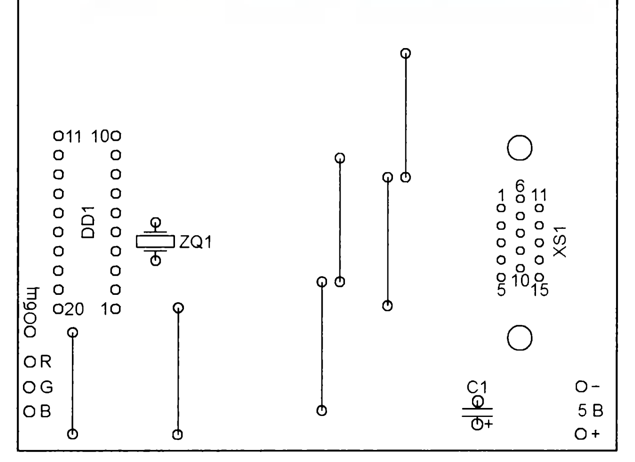


Рис. 3

Таблица 2

Разряд	Сост.	Разряд	Сост.
SELFPRGEN	1	CKDIV8	1
DWEN	1	CKOUT	1
EESAVE	0	SUT1	1
SPIEN	0	SUT0	1
WDTON	1	CKSEL3	1
BODLEVEL2	1	CKSEL2	1
BODLEVEL1	1	CKSEL1	1
BODLEVEL0	1	CKSEL0	1
RSTDISBL	1		

Видеосигналы с выходов R, G, B ЦДУ в виде изменяющихся в интервале 0...3 В напряжений положительной полярности поступают на входы эмиттерных повторителей на транзисторах VT2, VT4 и VT6. Они обеспечивают согласование выходов ЦДУ, имеющих довольно большое выходное сопротивление, с низкоомными (75 Ом) видеовходами монитора.

Гасят видеосигналы в нужных интервалах времени электронные ключи на полевых транзисторах VT1, VT3 и VT5. Для этого на их затворы подана смесь импульсов гашения (СГИ + КГИ) положительной полярности с выхода PD0 микроконтроллера. В интервалах гашения указанные транзисторы открыты, и выходы приставки соединены с общим проводом через малое сопротивление их открытых каналов сток—исток.

В конструкции приставки использованы элементы для поверхностного монтажа, исключение — микроконтроллер DD1 в корпусе DIP28. Вместо указанного на схеме ATtiny2313A-PU можно использовать практически любой микроконтроллер серии ATtiny или ATmega, допускающий кварцевую стабилизацию тактовой частоты. Необходимо лишь перекомпилировать программу под этот микроконтроллер и изменить трассировку проводов на печатной плате. Для микроконтроллеров, не имеющих порта D, придётся перед компиляцией откорректировать программу, заменив в ней разряды порта D любыми разрядами других портов.

Программа микроконтроллера подготовлена и отлажена с помощью системы разработки BASCOM AVR. Фактически она представляет собой оформленную по правилам этой системы ассемблерную вставку в "пустую" BASIC-программу. Коды из файла 640x480гаш++_2313A.hex должны быть загружены в программную память микроконтроллера. Его конфигурация должна быть запрограммирована в соответствии с **табл. 2**, где 1 обозначает не запрограммированный разряд, а 0 — запрограммированный.

Печатная плата размерами 80×60 мм для приставки с микроконтроллером ATtiny2313A-PU изображена на **рис. 2**, а размещение элементов на ней — на **рис. 3**. Кроме других элементов, на плате должны быть установлены шесть проволочных перемычек и две перемычки для поверхностного монтажа.

Транзисторы BC847 можно заменить любыми маломощными структуры n-p-n, а транзисторы IRLML0040 — маломощными полевыми с каналом n-типа, допускающими управление логическими уровнями напряжения. Замену им всем следует подбирать среди транзисторов в корпусе SOT-23, иначе печатную плату придётся переделывать. Разъём XS1 (DHB-15F) приставки соединяют с аналогичным разъёмом монитора стандартным VGA (SVGA) кабелем.

Предельная простота приставки обуславливает и скромные возможности такого варианта сопряжения ЦДУ с монитором. Она позволяет лишь изменять цвет и яркость свечения всей площади экрана монитора в соответствии с сигналами на выходах ЦДУ. Не предусмотрено ни поддержания постоянной яркости экрана, ни раздельного управления цветом и яркостью нескольких зон на нём.

От редакции. Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 и программа микроконтроллера имеются по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/cdu1.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 6, 2017

Увеличение срока службы светодиодных ламп

В. ОЛЕЙНИК, г. Королёв Московской обл.

В настоящее время светодиодные светильники всё больше внедряются в быт человека. Хотя постепенно цены на светодиодные лампы снижаются, они всё ещё остаются сравнительно высокими. Поэтому светодиодные лампы китайского производства чаще всего привлекают внимание потребителя своим внешним видом и меньшей ценой. Тем не менее они далеко не всегда отличаются продолжительным сроком безотказной работы и продуманностью конструкции. Автором статьи в одном из интернет-магазинов была приобретена светодиодная лампа с заявленной мощностью 18 Вт (**рис. 1**). Она действительно светила достаточно ярко, но при этом сильно нагревалась. Можно было предположить, что светодиоды — одни из самых чувствительных к нагреву элементов лампы, работали со значительным перегревом. При этом вентиляционные отверстия в виде узких прорезей, выполненных в корпусе лампы, явно не обеспечивали ей необходимое охлаждение.

Вскрытие лампы показало, что в качестве источников света производитель использовал 36 светодиодов типоразмера 5730, предположительно каждый мощностью по 0,5 Вт, расположенных на круглом основании-теплоотводе толщиной 1 и диаметром 120 мм, изготовленном из алюминиевого сплава (**рис. 2**). Светодиоды были включены попарно-параллельно, в итоге — всего 18 пар.

Драйвер (стабилизатор тока) для питания светодиодов выполнен в виде отдельного модуля на печатной плате, механически закреплённой внутри цокольной части лампы, не имеющей вентиляционных отверстий. При наиболее вероятном расположении лампы излучающей поверхностью вниз нагрев воздуха в цокольной части лампы максимален. Таким образом, драйвер находится в ещё более тяжёлых условиях, чем светодиоды. При этом для обеспечения электрической изоляции он помещён в термоусаживаемую трубку. Схема драйвера показана на **рис. 3**. В его состав входят два оксидных конденсатора. Судя по маркировке на корпусе, они рассчитаны на работу при температуре до +105 °С. Можно смело предположить, что их рабочая температура превышает это значение. Указанные обстоятельства позволяли сделать вывод о том, что в этой лампе как её драйвер, так и светодиоды работают в условии значительных температурных перегрузок.

При составлении схемы драйвера особое внимание было уделено определению элементов схемы, задающих ток цепочки светодиодов. Типы и номиналы остальных элементов схемы не определялись.

Основа драйвера — специализированная микросхема BP9833A производства компании Bright Power Semiconductor [1, 2]. Ток светодиодов задан с помощью датчика тока, который составлен из двух включённых параллельно резисторов $R_{CS}1$ и $R_{CS}2$ сопротивлениями 1,6 и 1,8 Ом.

Было решено уменьшить ток через светодиоды. Естественно, при этом снижается и яркость лампы в целом. Задача заключалась в нахождении оптимального баланса между яркостью лампы и увеличением срока её службы. Следует отметить, что какого-либо точного критерия, позволяющего решить эту задачу, нет. Насколько это удалось автору, покажет время.

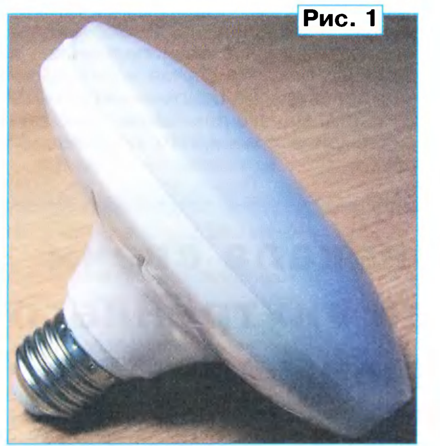


Рис. 1

Рис. 2

Снизить ток через светодиоды можно, увеличив сопротивление датчика тока. Для этого надо перерезать печатный проводник, идущий от выходов CS (выводы 7 и 8) микросхемы DA1 к резисторам датчика тока $R_{CS}1$ и $R_{CS}2$, и установить дополнительный резистор $R_д$ (на рис. 3 выделен цветом). Для измерения тока через светодиоды был временно и аналогично установлен резистор $R_т$ сопротивлением 1 Ом и мощностью 0,5 Вт. Этот резистор не влияет на ток в цепи светодиодов, потому что драйвер обеспечивает стабилизацию тока, текущего через неё, а не напряжение на ней. По завершении измерений резистор $R_т$ следует удалить, заменив его проволочной перемычкой.

После подключения лампы к сети переменного тока 230 В были проведены измерения температуры теплоотвода через 0,5, 1, 1,5 и 2 часа работы. Это было сделано для выбора оптимального номинала резистора датчика тока, а также определения динамики изменения температуры теплоотвода лампы. Полученные результаты приведены в **таблице**.

Сопротивление резистора $R_д$, Ом	Ток через светодиоды, мА	Температура теплоотвода, °С,
2	73	48
1,8	76	49
1,5	84	51
1,2	98	55
1	104	57
0,82	114	59
0,68	125	63
047	144	69
0,33	157	74
0,22	177	81
0	234	97

По результатам проведённых работ можно сделать следующие выводы:

— производители (в большинстве случаев китайские) недорогих светодиодных ламп довольно часто прибегают к использованию электронных компонентов в условиях, не соответствующих их техническим характеристикам;

— температура теплоотвода лампы без дополнительного резистора $R_д$ достигала +97 °С. Очевидно, что температура кристаллов светодиодов ещё больше. При этом производители светодиодов рекомендуют ограничивать верхний предел их рабочей температуры значением +85 °С;

— температура теплоотвода в процессе работы устанавливалась очень быстро и со временем менялась незначительно;

— в недоработанной лампе значение падения напряжения на каждой паре светодио-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

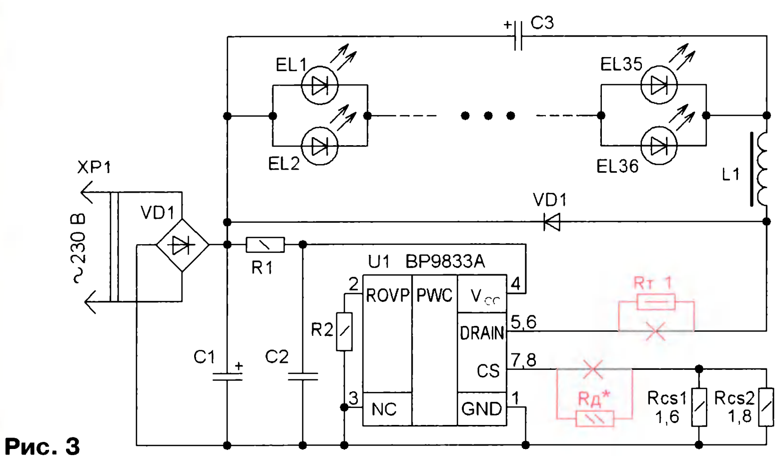


Рис. 3

дов — около 3,15 В. Поэтому суммарная мощность P = 0,234·3,15·18 = 13,3 Вт, что меньше заявленного производителем значения 18 Вт;

— при уменьшении тока через светодиоды яркость лампы снижается, но увеличивается срок её службы, поскольку снижается температура. Выбор оптимального соотношения между этими параметрами должен сделать пользователь лампы. Автор выбрал сопротивление дополнительного резистора около 0,5 Ом. В сделанный разрез проводника, идущего от выводов CS (выводы 7 и 8) микросхемы к резисторам датчика тока $R_{CS}1$ и $R_{CS}2$ были установлены два включённых параллельно резистора по 1 Ом для поверхностного монтажа типоразмера 1206;

— изменяя сопротивления резисторов $R_{CS}1$ и $R_{CS}2$, ток через светодиоды можно увеличить до установленного производителем микросхемы максимального значения — 350 мА. Эта возможность может быть использована в других проектах в случае использования драйвера на основе микросхемы BP9833A. Однако для лампы, рассматриваемой в статье, это нецелесообразно;

— в каком температурном режиме работает драйвер, выяснить не удалось, так как он полностью изолирован и находится внутри корпуса лампы. Вполне вероятно, что его температура все же превышает допустимые +105 °С. Оба оксидных конденсатора (С1 и С3) драйвера были изготовлены неизвестным производителем, что позволяет сомневаться в надёжности их работы. Чтобы уменьшить вероятность их отказа, конденсаторы были заменены аналогичными более надёжного производителя (Jamicon);

— подход некоторых производителей к изготовлению светотехнической продукции (яркая, но недолговечная), преднамеренно игнорирующий вопросы надёжности продукции в процессе эксплуатации, не столь безобиден, как кажется на первый взгляд. При сравнительно высоких ценах на светодиодные источники света, по сравнению с другими, быстрые отказы светодиодных ламп подрывают доверие к ним потребителя.

ЛИТЕРАТУРА

1. BP9833A — **http://www.bpsemi.com/en/product_result.php?id=152** (01.02.17).

2. Драйверы высоковольтных светодиодов на BP9833A. — **http://9zip.ru/aliexpress/high_voltage_led_driver_bp-9833a.htm** (01.02.17).

Устройство для накала свечи микродвигателей внутреннего сгорания с калильным зажиганием

О. ИЛЬИН, г. Казань, Татарстан

В двигателях внутреннего сгорания (ДВС) с калильным зажиганием, применяемых в авиа-, авто- и судомоделизме [1—4], воспламенение топливовоздушной смеси в камере сгорания происходит от установленной на головке цилиндра миниатюрной свечи с накаливаемой спиралью. В зависимости от типа свечи её спираль, изготовленная из жароупорной, как правило, платиноиридиевой проволоки, имеет сопротивление 0,5...2 Ом. Во время пуска двигателя на свечу подают посредством быстросъёмного контактного приспособления напряжение 1,5...2,5 В от внешнего источника электропитания (аккумулятора или батареи сухих элементов), обеспечивающего разогрев спирали током 1...5 А до светло-красного цвета каления. После начала устойчивой работы двигателя источник электропитания от свечи отключают, спираль же свечи остаётся раскалённой благодаря высокой температуре газов в цилиндре двигателя.

Обычно оборудование для накала свечи модельных ДВС, кроме источника электропитания и контактного приспособления для подключения к ней, содержит реостат, регулирующий ток накала свечи, амперметр, контролирующий ток накала, вольтметр, измеряющий напряжение на свече [1, 3]. Недостаток этого оборудования — низкая стабильность тока накала свечи из-за его существенной зависимости от напряжения источника электропитания, следствием чего является затруднённый пуск двигателя. Кроме того, автономные источники электропитания напряжением 1,5...2,5 В, пригодные по техническим характеристикам и условиям эксплуатации для накала свечи модельных ДВС, в частности, наиболее подходящие для этой цели серебряно-цинковые аккумуляторы [3], трудно приобрести или они слишком дороги.

По этой причине в качестве источника электропитания в составе оборудования для накала свечи модельных ДВС нередко используют широко распространённые автомобильные аккумуляторные батареи (АКБ) с номинальным напряжением 12,6 В. При этом напряжение для накала свечи снимают с одной или двух банок АКБ, а полное напряжение батареи используют для питания стартёра, прокручивающего во время пуска коленчатый вал модельного ДВС [1, 3].

Однако современные автомобильные АКБ, как правило, не имеют внешних токоотводов от отдельных банок, поэтому при использовании их в составе оборудования для накала свечи модельных ДВС излишек напряжения гасят на реостате, что приводит к непроизводительным потерям электрической энергии. Например, при токе накала свечи 3...4 А и напряжении АКБ 12,6 В падение напряжения на реостате достигает 10 В, а рассеиваемая на нём мощность — 30...40 Вт, что сопоставимо с мощностью электропаяльника.

Относительно высокий КПД при работе от АКБ напряжением 12,6 В имеют устройства, предложенные в [5—7]. Первое из них [5] преобразует посредством интегрального широтно-импульсного преобразователя полное напряжение АКБ в стабилизированное постоянное 1,5...2 В, изменяя которое, регулируют накал свечи. Аппараты, описанные в [6, 7], питают свечу прямоугольными импульсами, амплитуда которых близка к полному напряжению АКБ, при этом в изделии [6] накал регулируют изменением скважности импульсов, следующих с частотой 50 Гц, а в [7] — изменением частоты следования. Вследствие тепловой инерционности спираль свечи, питаемая импульсным напряжением, не успевает перегреться за время приложения полного напряжения АКБ и не успевает остыть в

паузе между импульсами. В результате на свече, работающей как интегратор, усредняющий по времени подаваемое на спираль импульсное напряжение, поддерживается необходимый постоянный накал. Поскольку в устройствах [5—7] полупроводниковый регулирующий элемент функционирует в ключевом режиме с малым падением напряжения между входом и выходом в открытом состоянии, на регулирующем элементе рассеивается в виде тепла лишь незначительная мощность АКБ.

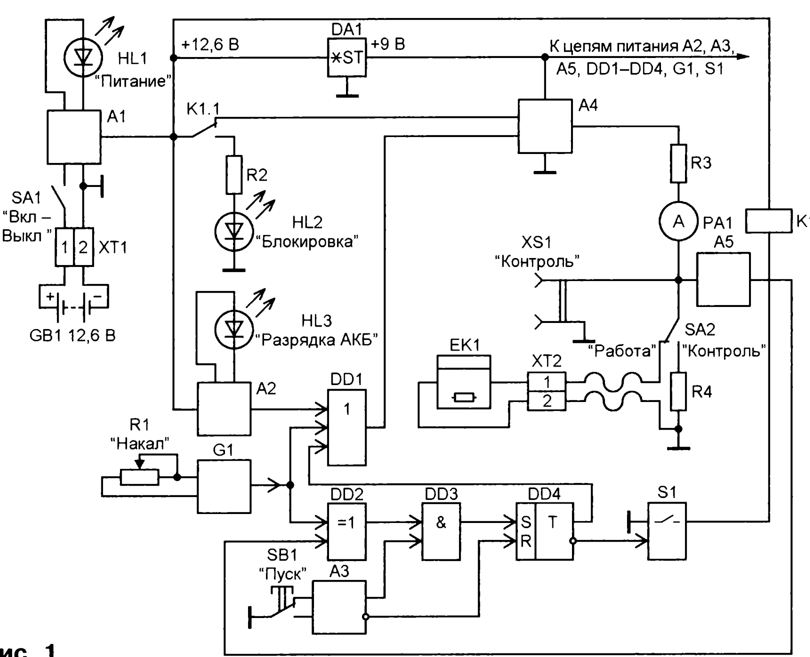


Рис. 1

Недостаток блока питания [5] — относительно узкий интервал регулирования тока накала свечи (1,5...3 А), что ограничивает число типов свечей, которые можно от него питать. Преобразователь [6] ненадёжен в работе, поскольку не защищён от короткого замыкания в цепи нагрузки, выводящего его из строя. Накал свечи, питаемой от устройств [6, 7], существенно зависит от напряжения АКБ, что является их недостатком, затрудняющим пуск двигателя. Кроме того, эти устройства не обеспечивают безопасной эксплуатации свечи: если в силу тех или иных причин, повлёкших за собой возникновение аварийной ситуации, регулирующий элемент будет постоянно открыт, в цепь накала свечи поступит полное напряжение АКБ, в результате чего её спираль выйдет из строя.

Предлагаю устройство для накала свечи модельных ДВС с калильным зажиганием, свободное от указанных недостатков. Оно работает от стартёрной автомобильной АКБ с номинальным напряжением 12,6 В и питает свечу фиксированными по длительности прямоугольными импульсами стабилизированного напряжения амплитудой 5...7 В с регулируемой длительностью паузы между ними. Интервал регулирования тока накала свечи — не менее 1...5 А, отклонение его от установленного значения при изменении напряжения АКБ от 10,5 до 14,8 В — не более 5 %. При коротком замыкании в цепи накала свечи, появлении в этой цепи постоянного напряжения, обрыве, разрядке АКБ предлагаемое устройство блокирует подачу напряжения в цепь накала свечи и подаёт световой аварийный сигнал. Прибор защищён от подключения к АКБ в неправильной полярности, оснащён светодиодными индикаторами режимов работы и стрелочным измерителем тока накала свечи. Предусмотрена возможность оперативного контроля работоспособности устройства без подключения свечи. Прибор выполнен на доступной элементной базе, прост в налаживании и стабилен в работе.

Структурная схема прибора представлена на **рис. 1**. Он содержит следующие функциональные узлы и элементы: A1 — узел защиты от подключения АКБ GB1 в неправильной полярности; A2 — узел контроля напряжения АКБ; A3 — формирователь импульса запуска; A4 — стробируемый стабилизатор напряжения; A5 — пороговое устройство; DA1 — стабилизатор напряжения питания; DD1 — трёхвходовый логический элемент "ИЛИ"; DD2 — двухвходовый логический элемент "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ", DD3 — двухвходовый логический элемент "И"; DD4 — RS-триггер; G1 — генератор прямоугольных импульсов напряжения; K1 — электромагнитное реле; S1 — электронный ключ. Условимся считать, что у логических элементов DD1—DD3 верхний (по схеме) вход — первый, расположенные под ним — соответственно второй и третий.

Переключатели SA1 ("Вкл. — Выкл."), SA2 ("Работа — Контроль") и кнопка SB1 ("Пуск") — элементы управления работой прибора, светодиоды HL1 ("Питание"), HL2 ("Блокировка") и HL3 ("Разрядка АКБ") — элементы индикации. Соединитель XT1 предназначен для подключения к прибору АКБ GB1, а XT2 — к свечам накаливания EK1. Розетка XS1 ("Контроль") — контрольный выход прибора. Переменный резистор R1 ("Накал") — регулятор тока накала свечи, резисторы R2, R3 — токоограничивающие, R4 — имитатор свечи накаливания. Амперметр PA1 — измеритель тока накала свечи.

Прибор работает следующим образом. После замыкания контактов выключателя SA1 со входа функционального узла A1 на его выход поступает напряжение АКБ GB1 (+12,6 В), при этом загорается светодиод HL1, а на выходе стабилизатора напряжения DA1 появляется напряжение +9 В, необходимое для работы основных функциональных узлов прибора. Если полярность подключения АКБ GB1 не верна, светодиод HL1 не горит, а напряжение на выходе функционального узла A1 отсутствует. Если горит светодиод HL1 и напряжение АКБ GB1 в норме (не менее 10,5 В), светодиод HL3 не горит, при этом напряжение на выходе функционального узла A2 имеет низкий логический уровень.

После подачи напряжения питания прибор запускают в работу кратковременным нажатием на кнопку SB1. При первоначально отпущенной кнопке через её замкнутые контакты на первый вход формирователя импульса запуска A3 поступает напряжение низкого логического уровня, в результате чего на его инверсном выходе присутствует напряжение также низкого уровня (здесь и далее слово "логический" в названиях уровней, а в некоторых местах и слово "напряжение" для краткости опущены), а на прямом — высокого. Первый из этих сигналов поступает на вход R триггера DD4, а второй — на второй вход логического элемента DD3, разрешая прохождение на выход последовательности прямоугольных импульсов, сформированных генератором G1 и прошедших через логический элемент DD2. Первый же импульс напряжения высокого уровня, поступивший на вход S триггера DD4, устанавливает его в единичное состояние, в котором на его прямом выходе присутствует высокий уровень, а на инверсном — низкий.

С прямого выхода триггера DD4 высокий уровень поступает на третий вход логического элемента DD1. В результате на его выходе появляется также высокий уровень, который подаётся на управляющий вход стробируемого стабилизатора напряжения A4 и блокирует его работу, результатом чего является отсутствие напряжения на его выходе.

Электронный ключ S1 при наличии низкого уровня, поступающего на его управляющий вход с инверсного выхода триггера DD4, замыкается. В результате реле K1 срабатывает, и его контакты K1.1 отключают стабилизатор A4 от АКБ GB1 и подключают к ней цепь

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

R2HL2, включая тем самым световой сигнал "Блокировка". В этом состоянии прибора цепь накала свечи EK1 обесточена.

При нажатии на кнопку SB1 напряжение низкого уровня поступает на другой вход формирователя импульса запуска A3. В результате на его прямом выходе появляется низкий уровень, а на инверсном — высокий. Первый поступает на второй вход логического элемента DD3, и на его выходе (и соединённом с ним входе S триггера DD4) появляется напряжение также низкого уровня. В это же время на вход R триггера DD4 поступает высокий уровень с инверсного выхода формирователя A3, и он переключается в противоположное (нулевое) состояние: теперь на прямом выходе триггера устанавливается напряжение низкого уровня, а на инверсном — высокого. Под действием этого сигнала электронный ключ S1 размыкается и реле K1 отпускает, вновь подключая стабилизатор A4 к АКБ GB1 и отключая от неё светодиод HL2.

В этом состоянии прибора на первый и третий входы логического элемента DD1 подано напряжение низкого уровня (соответственно с выхода функционального узла A2 и с прямого выхода триггера DD4), а на второй поступают прямоугольные импульсы с выхода генератора G1. Импульсы с выхода элемента DD1 поступают на управляющий вход стабилизатора A4, и он начинает формировать стабилизированное импульсное напряжение, противоположное по фазе выходным импульсам напряжения генератора G1. С выхода стабилизатора это напряжение подаётся через резистор R3, амперметр PA1 и замкнутые контакты переключателя SA2 в цепь накала свечи EK1.

При превышении напряжением на свече заданного уровня пороговое устройство A5 начинает формировать прямоугольные импульсы, совпадающие по фазе с импульсами, вырабатываемыми генератором G1. Эти две последовательности импульсов поступают на входы логического элемента DD2, и на его выходе формируется напряжение низкого уровня, которое подаётся на первый вход логического элемента DD3. В результате при нажатой кнопке SB1 на обоих входах этого элемента, а следовательно, и на его выходе, и соответственно на входе S триггера DD4 формируется напряжение низкого уровня.

При отпускании кнопки SB1 на втором входе логического элемента DD3 вновь появляется напряжение высокого уровня, а на входе R триггера DD4 — низкого. При этом состояние триггера не изменяется, поскольку на первом входе элемента DD3, а следовательно, и на его выходе, соединённом с входом S триггера DD4, в это время присутствует напряжение низкого уровня. В результате прибор готов к работе — в цепь накала свечи EK1 подаются прямоугольные импульсы стабилизированного напряжения фиксированной длительности с регулируемым временем паузы между ними.

При коротком замыкании в цепи накала свечи напряжение на входе порогового устройства A5 становится равным нулю, а на его выходе появляется высокий уровень, который поступает на второй вход логического элемента DD2. На его первый вход подаются прямоугольные импульсы напряжения с выхода генератора G1, которые, пройдя через логический элемент DD2, инвертируются и поступают на первый вход логического элемента DD3, на втором входе которого в это время присутствует напряжение высокого уровня, разрешающее прохождение импульсов напряжения с первого входа на выход. Первый же импульс напряжения высокого уровня, поступивший с выхода элемента DD3 на вход S триггера DD4, устанавливает его в единичное состояние. Высокий уровень с его прямого выхода проходит через логический элемент DD1 и, воздействуя на управляющий вход стабилизатора напряжения A4, блокирует его работу, обесточивая цепь накала свечи EK1. Одновременно низкий уровень с инверсного выхода воздействует на управляющий вход ключа S1. В результате он замыкается, срабатывает реле K1 и его контакты отключают стабилизатор напряжения A4 от АКБ GB1 и подключают к ней через резистор R2 светодиод HL2 ("Блокировка").

При появлении в цепи накала свечи постоянного напряжения, превышающего предельно допустимый уровень, пороговое устройство A5 формирует на своём выходе напряжение низкого уровня, которое поступает на второй вход логического элемента DD2. На его первый вход подаются прямоугольные импульсы напряжения с выхода генератора G1, которые, пройдя через логический элемент DD2, поступают на первый вход логического элемента DD3, на втором входе которого в это время присутствует напряжение высокого уровня, разрешающее прохождение импульсов напряжения с первого входа на выход. Как и в предыдущем случае, первый же импульс напряжения высокого уровня, поступивший с выхода элемента DD3 на вход S триггера DD4, устанавливает его в единичное состояние. В результате срабатывает реле K1, вход стабилизатора A4 отключается от АКБ GB1, цепь накала свечи обесточивается, а светодиод HL2 ("Блокировка") начинает светиться.

При обрыве в цепи накала свечи постоянный уровень напряжения на выходе стабилизатора A4 возрастает, а амплитуда импульсов уменьшается, в результате чего на выходе порогового устройства A5 формируется напряжение низкого уровня, что, согласно сказанному выше, приводит к блокированию стабилизатора, срабатыванию реле K1 и т. д.

При разрядке АКБ GB1 до минимального допустимого уровня включается светодиод HL3, при этом на выходе узла A2 формируется напряжение высокого уровня, которое через элемент DD1 поступает на управляющий вход стабилизатора A4, блокируя его работу. При этом цепь накала свечи обесточивается, напряжение на свече становится равным нулю, а на выходе порогового устройства A5 формируется напряжение высокого уровня, что, согласно сказанному выше, приводит к срабатыванию реле K1 и т. д.

Принципиальная схема прибора представлена на **рис. 2**. Диод VD1 и плавкая вставка FU1 образуют узел защиты от подключения АКБ GB1 в неправильной полярности. Если такое случится, диод VD1 откроется, а плавкая вставка FU1, сгорев, защитит прибор от повреждения. Светодиод HL1 — индикатор включённого состояния прибора, HL2 — индикатор сигнала "Блокировка".

Интегральный таймер DA1, диоды VD2, VD3, резисторы R1, R2, R5 и конденсаторы C2, C4 образуют генератор прямоугольных импульсов (G1 по схеме на рис. 1), частоту следования которых (примерно в пределах 50...500 Гц) регулируют переменным резистором R5; длительность паузы (0,5 мс) между импульсами задаёт резистор R1. Конденсатор C2 — времязадающий, C4 — фильтрующий.

На ОУ DA3, транзисторах VT1—VT3 собран стабилизатор напряжения (A4). Цепь R3R4C1 формирует образцовое напряжение. Резисторы R8, R9 — цепь отрицательной обратной связи. ОУ DA3 и транзистор VT2 — элементы сравнения напряжения и усиления тока. Транзистор VT3 — регулирующий элемент стабилизатора напряжения. Транзистор VT1 при поступлении на его базу открывающего напряжения с выхода таймера DA1, ОУ DA5 или триггера на элементах DD1.3, DD1.4 блокирует работу стабилизатора напряжения, шунтируя малым сопротивлением своего участка коллектор—эмиттер эмиттерный переход транзистора VT2. Амплитуда стабилизированного импульсного напряжения на выходе стабилизатора при подключённой к прибору свече — 7,5...8 В.

Интегральный стабилизатор DA2 создаёт напряжение +9 В для питания. Конденсаторы C3, C5, C6, C12 — фильтрующие элементы.

ОУ DA4, логические элементы DD1.1, DD1.2, резисторы R15, R21—R23, R26, R31, R35 и фильтрующий конденсатор C9 входят в состав порогового устройства (A5). ОУ DA4 включён по схеме регенеративного компаратора напряжения, охваченного положительной обратной связью через резистор R22. Цепь R23R21C9 формирует образцовое напряжение, цепь VD5R15 защищает ОУ DA4 от аварийного попадания на его инвертирующий вход напряжения, превышающего напряжение питания.

Логические элементы DD1.1, DD1.2 и резисторы R31, R35 образуют триггер Шмитта, формирующий из выходного напряжения ОУ DA4 импульсы с крутыми фронтами, соответствующими по логическим уровням микросхемам КМОП. Напряжение срабатывания порогового устройства — 2...2,5 В. Резистор R14 — имитатор свечи накаливания.

На ОУ DA5, транзисторе VT4, светодиоде HL3, резисторах R17, R18, R27—R30, R32, R33, R34 и конденсаторах C8, C11 собран узел контроля напряжения АКБ GB1. Как и в пороговом устройстве, ОУ DA5 включён по схеме регенератив-

ного компаратора напряжения, охваченного положительной обратной связью через резистор R28. Напряжение АКБ GB1 подаётся на вход компаратора с выхода делителя напряжения R17R18C8, цепь R27R29C11 формирует образцовое напряжение. Конденсаторы C8, C11 — фильтрующие. Транзистор VT4 управляет работой светодиода HL3, включающегося при снижении напряжения АКБ GB1 до минимально допустимого значения. Напряжение срабатывания узла контроля — 10,5 В, напряжение переключения — 11,8 В.

Логические элементы DD2.1—DD2.4 образуют двухвходовый функциональный узел, выполняющий логическую операцию "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ".

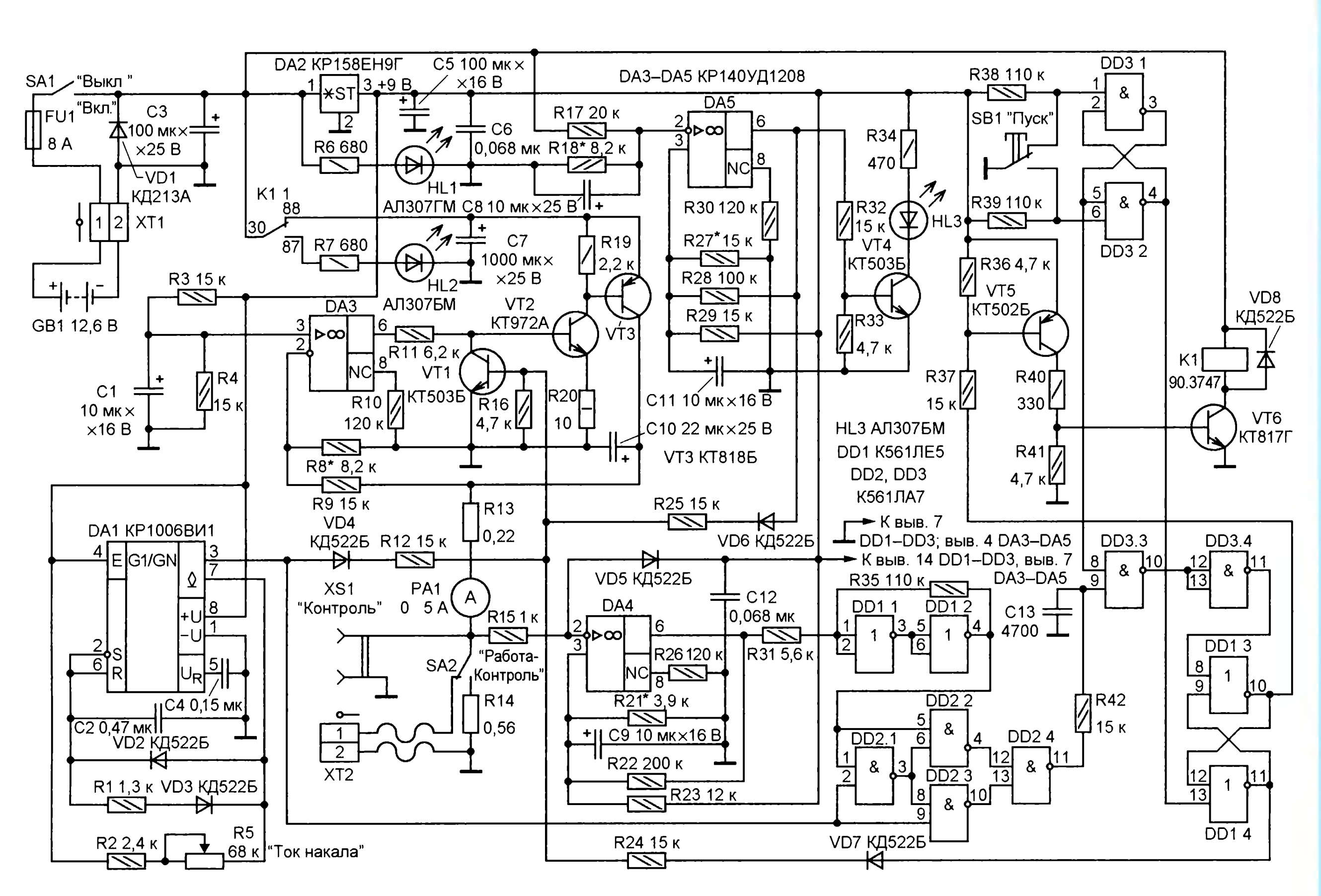


Рис. 2

Цепь R42C13 — фильтр нижних частот, подавляющий импульсные помехи на выходе этого узла. На логических элементах DD3.3, DD3.4 собран двухвходовый функциональный узел, выполняющий логическую операцию "И". Диоды VD4, VD6, VD7 и резисторы R12, R16, R24, R25 образуют трёхвходовый логический элемент "ИЛИ". На логических элементах DD1.3 и DD1.4 собран RS-триггер.

Управляемый кнопкой SB1 формирователь импульса запуска (А3) образуют логические элементы DD3.1, DD3.2 и резисторы R38, R39, а электронный ключ (S1) — транзисторы VT5, VT6, резисторы R36, R37, R40, R41 и диод VD8, защищающий транзистор VT6 от возможного пробоя импульсами самоиндукции обмотки реле K1.

Детали прибора смонтированы навесным способом на макетной плате. Транзистор VT3 установлен на теплоотводе с эффективной охлаждающей поверхностью площадью 50 см^2.

Применённые в приборе оксидные конденсаторы — К50-35, все остальные, кроме C2, — керамические К10-17а (вместо них подойдут КМ-6а или аналогичные импортные). Конденсатор C2 — полиэтилентерефталатный К73-17, он может быть заменён на К73-9, К73-24 или другой плёночный. Резисторы R13, R14 — проволочные С5-43В с номинальной мощностью рассеяния 25 Вт, остальные постоянные резисторы — С2-33 или С2-23, МЛТ, ОМЛТ указанных на схеме номиналов и мощности рассеяния. Переменный резистор R5 — СП4-1 или аналогичный. Реле K1 — автомобильное 90.3747, выключатель SA1 и переключатель SA2 — тумблеры Т3, кнопка SB1 — КМ1-1, гнездо XS1 и соединитель XT1 — любые подходящие по электрическим характеристикам и конструкции, XT2 — специальной конструкции быстросъёмное контактное приспособление для подключения к свече накаливания [1, 3]. Амперметр PA1 — Э8021. Диоды КД522Б заменимы любыми диодами этой серии или серий КД503, КД521, светодиоды АЛ307БМ, АЛ307ГМ — любыми другими, подходящими по цвету и яркости свечения. Вместо транзистора КТ972А можно применить КТ972Б, а вместо КТ502Б, КТ503Б, КТ817Г, КТ818Б — другие транзисторы этих же серий или подобные по электрическим характеристикам.

Возможная замена микросхемы КР1006ВИ1 — импортный аналог серии 555, ОУ КР140УД1208 — 140УД12, К140УД12, КР140УД12 (с учётом различий в корпусах и назначении выводов), микросхем серии К561 — аналоги серии 564 или импортные аналоги.

Налаживание прибора заключается в проверке функционирования режимов его работы, контроле пределов регулирования тока накала свечи и его стабильности при изменении напряжения АКБ. При налаживании прибора переключатель SA2 устанавливают в положение "Контроль". По осциллографу, подключённому к гнезду XS1, контролируют параметры прямоугольных импульсов стабилизированного напряжения фиксированной длительности с регулируемым временем паузы между ними. Их амплитуду устанавливают подборкой резистора R8. Напряжение срабатывания компараторов на ОУ DA4, DA5 устанавливают подборкой резисторов R21, R27 соответственно. Пределы регулирования тока накала контролируют по амперметру PA1, перемещая движок пере-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

менного резистора R5. В положении "Работа" переключателя SA2 при изменении тока накала в интервале 1...5 А спираль подключённой к прибору свечи накаливания (например, типа КС-2) должна разогреваться до светло-красного цвета каления.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гаевский Ю. К.** Авиамодельные двигатели. — М.: ДОСААФ, 1958, с. 7—14, 145—149, 181—184.

2. **Зуев В. П., Камышев Н. И., Бачурин М. Б., Голубев Ю. А.** Модельные двигатели. — М.: Просвещение, 1973, с. 10—12, 43—51, 122—130.

3. **Киселёв Б. А.** Модели воздушного боя. — М.: ДОСААФ, 1981, с.105—116.

4. **Калина И.** Двигатели для спортивного моделизма/Пер. с чешск. С. И. Грачёва. — М.: ДОСААФ, 1983, с. 86—90.

5. **Карпунин И. В.** Блок питания свечи калильного авиамодельного двигателя. — URL: **http:f2b.io.ua/s106252/blok_pitaniya_kalilnogo_aviamodelnogo_dvigatelya** (08.03.17).

6. **Ряховский О. С.** Преобразователь напряжения для накала свечи. — URL: **http://www.rcdesign.ru/articles/electronics/glow_driver** (08.03.17).

7. **Севастенков С.** Устройство накала свечи от 12 В. — URL: **http://shop.aviamodelka.ru/article_info.php?articles_id=80** (08.03.17).

Алкотестер

А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина

Все прекрасно знают, что ДТП с участием пьяных водителей обычно имеют очень тяжёлые последствия. Поэтому контроль степени опьянения водителя — важная и необходимая мера. Предлагаемый алкотестер как раз и предназначен для самоконтроля водителя.

Как известно, есть два способа измерить концентрацию алкоголя в организме человека — анализ крови и анализ выдыхаемого воздуха. Соотношение концентраций алкоголя в крови и выдыхаемом воздухе определяется разностью плотности этих сред и колеблется от 1:1300 до 1:3000. Это означает, что такое же количество алкоголя, как и в 1 см^3 крови, в среднем содержится в 2150 см^3 выдыхаемого воздуха. Напомним, как определяется в [1] допустимое содержание алкоголя, при котором можно управлять транспортным средством: "...наличие абсолютного этилового спирта в концентрации, превышающей возможную суммарную погрешность измерений, а именно 0,16 миллиграмма на один литр выдыхаемого воздуха". Используя соотношение 1:2150, получаем, что 0,16 мг/л алкоголя в выдыхаемом воздухе соответствует 0,344 г/л в крови, что в быту обычно называют "0,3 промилле".

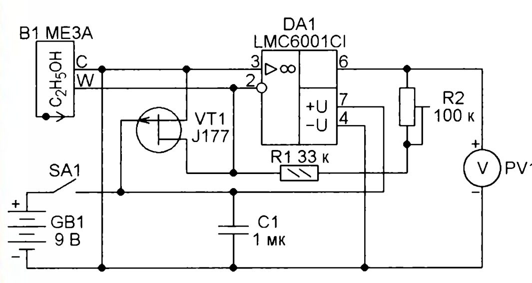


Схема алкотестера изображена на **рисунке**. В нём использован двухэлектродный электрохимический датчик паров этилового спирта МЕ3А-C_2H_5OH [2]. Он представляет собой источник тока, значение которого линейно зависит от концентрации паров этилового спирта в окружающем воздухе. Крутизна характеристики датчика — 12±4 мкА/мг/л. Максимальная измеряемая концентрация — 1 мг/л.

ОУ с токовой обратной связью (трансимпедансный усилитель) DA1 преобразует ток датчика в напряжение по формуле $U_{вых}=I_{вх}\cdot R_{ос}$, где $R_{ос}=R1+R2$. К выходу преобразователя тока в напряжение подключён PV1 — панельный цифровой вольтметр с ЖКИ PM-428 (0—1999 мВ). При указанных на схеме номиналах резисторов прибор может быть отрегулирован подстроечным резистором R2 так, что концентрации паров этилового спирта в миллиграммах на литр будут соответствовать показания вольтметра в вольтах. Например, при 0,16 мг/л он покажет 160 мВ. Так как применённый датчик имеет значительный разброс крутизны преобразования (от 8 до 16 мкА/мг/л), изготовленный алкотестер необходимо калибровать по показаниям образцового сертифицированного прибора.

Можно измерять концентрацию паров спирта и в промилле. Для этого потребуется лишь изменить номиналы резисторов. Используя двухпозиционный переключатель резисторов, можно ввести в прибор два предела измерения.

Чтобы предотвратить поляризацию датчика, при выключенном питании его выводы должны быть соединены между собой. Для этого предназначен p-канальный полевой транзистор VT1, открытый в отсутствие напряжения между затвором и истоком. Изгибать и паять выводы датчика недопустимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс об административных правонарушениях РФ. Статья 12.8. Управление транспортным средством водителем, находящимся в состоянии опьянения, передача управления транспортным средством лицу, находящемуся в состоянии опьянения. — URL: **http://stkoaprf.ru/12-8** (18.05.16).

2. МЕ3А-C_2H_5OH Alcohol Sensor. — URL: **http://http://www.sensor-test.de/aussstellerbereich/upload/mnpdf/en/ME3AC2H5OH_13.pdf** (03.05.16).

Устройство надёжного запуска компрессора холодильника

П. АЛЁШИН, г. Москва

В статье [1] с таким же названием было опубликовано описание несложного устройства, обеспечивающего запуск холодильника при пониженном напряжении сети. Некоторым недостатком устройства является использование трансформатора питания. Автор, столкнувшись с той же проблемой на даче, решил сделать аналогичное устройство без трансформатора.

Схема предлагаемого устройства приведена на **рис. 1**. При срабатывании термореле холодильника замыкаются его контакты, обозначенные на схеме как S1. Выпрямленное диодным мостом VD1—VD4 напряжение сглаживает конденсатор C1 и через резисторы R2 и R3 заряжает конденсатор C2. Ток зарядки протекает через излучающий диод оптопары U1 и в моменты прохождения сетевого напряжения через нуль (это свойство оптопары) включает симистор VS1, который, в свою очередь, подаёт напряжение сети на пусковую обмотку компрессора холодильника.

При номинальном напряжении сети 230 В среднее (с учётом пульсаций) напряжение на конденсаторе C1 — около 300 В, поэтому ток зарядки конденсатора C2 — около 10 мА. При этом скорость его зарядки $\Delta U/\Delta t = I/C = 10\cdot10^{-3}/470\cdot10^{-6} = 21$ В/с. Примерно через 0,7 с после включения напряже-

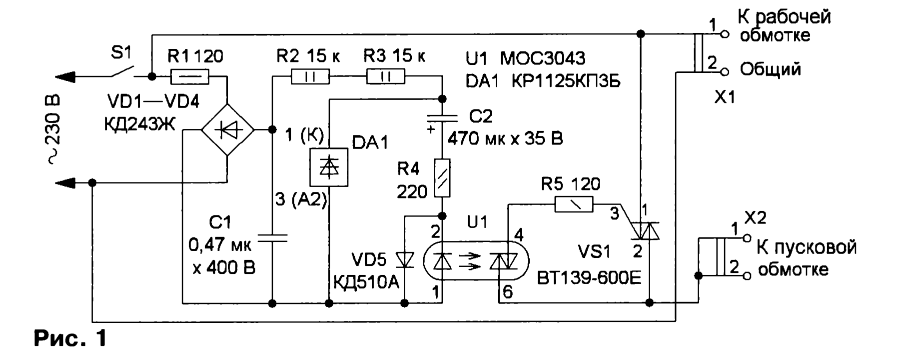
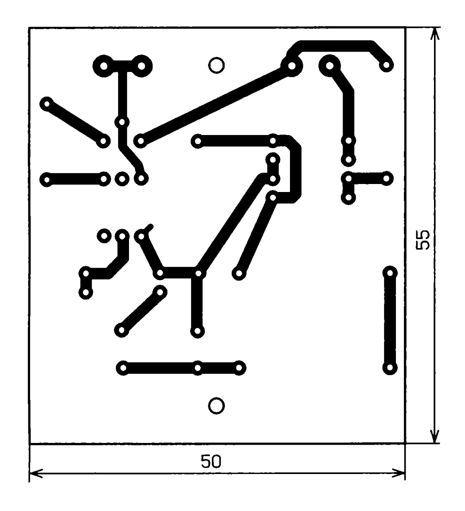


Рис. 1



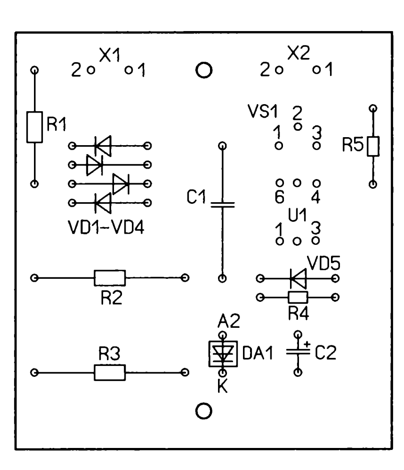


Рис. 2

ние на конденсаторе C2 достигнет порога открывания тиристорного переключателя DA1, равного 15 В [2], он откроется и через резистор R4 и диод VD5 разрядит конденсатор C2. Ток через излучающий диод оптрона прекратится, симистор VS1 открываться не будет, и ток через пусковую обмотку также прекратится. Тиристорный переключатель DA1 останется во включённом состоянии, поскольку ток через него превышает ток удержания.

При понижении напряжения сети скорость зарядки конденсатора C2 уменьшается, время зарядки и, соответственно, продолжительность включённого состояния симистора VS1 увеличивается, что благоприятно сказывается на запуске компрессора. Сопротивления резисторов R2 и R3 рассчитаны для обеспечения необходимого для включения оптрона U1 тока 5 мА при минимальном напряжении сети.

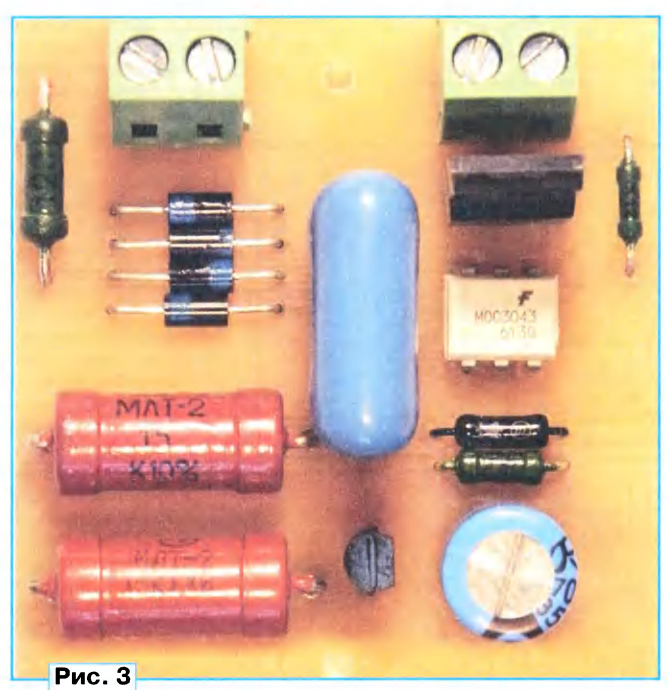


Рис. 3

Относительно небольшая ёмкость конденсатора C1 объясняется необходимостью его быстрой разрядки при кратковременных перерывах в подаче напряжения сети и работающем компрессоре. В этом случае при остановке компрессора требуется его повторный запуск, для чего ёмкость конденсатора C1 должна быть минимально возможной.

Устройство собрано на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**, а общий вид — на **рис. 3**. В устройстве применены резисторы МЛТ, конденсатор C1 — К73-17 или импортный, C2 — К50-35. Оптрон U1 должен иметь ток включения не более 5 мА. Симистор VS1 — на напряжение не менее 400 В и ток 5 А. X1 и X2 — винтовые клеммники KLS2-128-5.00.

В корпусе переключателя КР1125КП3Б установлены два встречно включённых аналога динистора, но использован только один, подключённый к крайним выводам 1 и 3. Этот переключатель можно заменить на два последовательно включённых КР1125КП3А. Можно также использовать один прибор с индексом А, но потребуется установить конденсатор C2 ёмкостью 1000 мкФ на напряжение 16 В. Можно также использовать КР1125КП3В или КР1125КП2 с напряжением срабатывания 21 В, при этом ёмкость конденсатора C2 следует уменьшить до 220 мкФ, но номинальное напряжение должно быть не менее 35 В. При использовании динисторов других типов следует иметь в виду, что ток их удержания не должен превышать 5 мА. В принципе, взамен тиристорного переключателя DA1 можно установить стабилитрон на напряжение стабилизации 12...16 В. После зарядки конденсатора C2 до такого уровня рост напряжения на нём остановится, ток через него и светодиод оптрона прекратится и симистор VS1 выключится. Однако в этом случае разрядка конденсаторов C1 и C2 будет происходить довольно долго, поэтому после кратковременных перерывов в подаче сетевого напряжения устройство может не сработать. Несколько ускорить разрядку можно, зашунтировав конденсатор C2 резистором 1 кОм.

Плату необходимо поместить в корпус из изоляционного материала, в котором должны быть просверлены вентиляционные отверстия. Устройство можно установить в холодильник, не отключая штатный электромагнитный пускатель, который просто не будет успевать включаться при срабатывании устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Панкратьев Д.** Устройство надёжного запуска компрессора холодильника. — Радио, 2001, № 3, с. 32.

2. **Нефёдов А.** Тиристорные переключатели серий КР1125КП2 и КР1125КП3. — Радио, 1998, № 5, с. 59—61.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

Нашим авторам

В последнее время в присылаемых в редакцию авторских материалах наблюдается путаница в обозначениях ёмкости конденсаторов. Единицу её измерения — микрофараду (10^{-6} Ф) зачастую обозначают аббревиатурами mF и даже MF вместо положенной µF (мкФ). В Интернете встречаются даже утверждения, что mF и µF — одно и то же. Но на самом деле, согласно действующей системе единиц измерения СИ, первое означает в тысячу раз большая микрофарады миллифарада, а второе — в 10^{12} раз большее микрофарады мегафарада — ёмкость, которую трудно себе представить.

Решение этой проблемы известно давно. Вместо отсутствующей в используемом шрифте греческой буквы µ следует писать латинскую букву u — uF. А лучше в текстах и на схемах, предназначенных для публикации в русскоязычных изданиях, пользоваться русскими обозначениями единиц измерения.

Обратите внимание на ещё один момент. В русском тексте (в отличие от английского) во всех без исключения случаях название единицы измерения должно быть отделено пробелом от предшествующего числового значения. Например, 5 В, 100 мА, 10 мкФ.

СТЕПАНОВ А. Li-Ion аккумулятор в мультиметре. — Радио, 2016, № 2, с. 54.

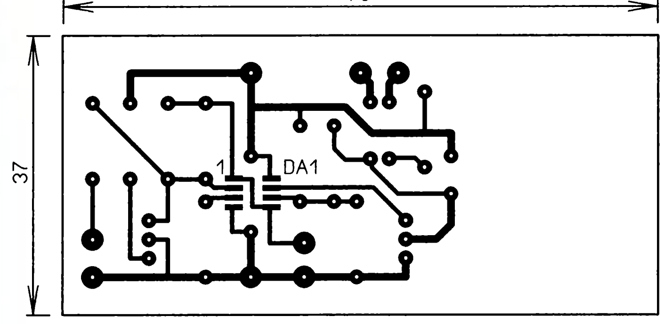
О запуске мультивибратора.

Иногда мультивибратор на транзисторах VT1, VT2 запускается нестабильно — приходится несколько раз включать и выключать выключатель SA1, подавая питание на преобразователь. В этом случае следует увеличить сопротивление резистора R4 до надёжного запуска мультивибратора. Подбирая сопротивление этого резистора, можно также установить максимальный КПД преобразователя.

КОРНЕВ А. Измерители концентрации угарных газов. — Радио, 2017, № 3, с. 36, 37.

Печатные платы.

Чертежи печатных плат и расположение элементов измерителей уровня концентрации угарного газа для вариантов с датчиком CO/SF-2E и датчиком 2ФС-90Л приведены соответственно на **рис. 1** и **рис. 2**. На платах размещены все элементы, кроме датчиков газа и вольтметров PV1. ОУ DA1 монтируют на стороне печатных проводников. При разводке печатных проводников оказалось целесообразным поменять местами выводы (1 и 2) излучающих диодов оптопары U1 с выводами токоограничительных резисторов (R8 — на рис. 1, R13 — на рис. 2 статьи). Все конденсаторы — керамические, например КМ5. Транзисторы КП103Е1 заменимы КП103Ж1, КП103И1, КП103Е—КП103И, 2П103А, 2П103Б. КП505А — любыми из этой серии или импортными, например, 2N7000, BSS170. При заменах обращайте внимание на иные расположения выводов. Пьезокерамический излучатель HPA22AX со встроенным генератором заменим любым подобным с рабочим напряжением 3...28 В и частотой излучения в несколько килогерц. Следует учесть, что транзисторная оптпропара KP249KH4A рассчитана на максимальное коммутируемое напряжение 200 В, на ток нагрузки не более 4 мА, на рассеиваемую мощность не более 50 мВт.



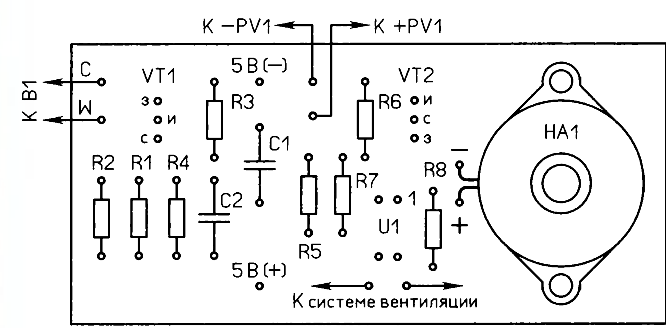
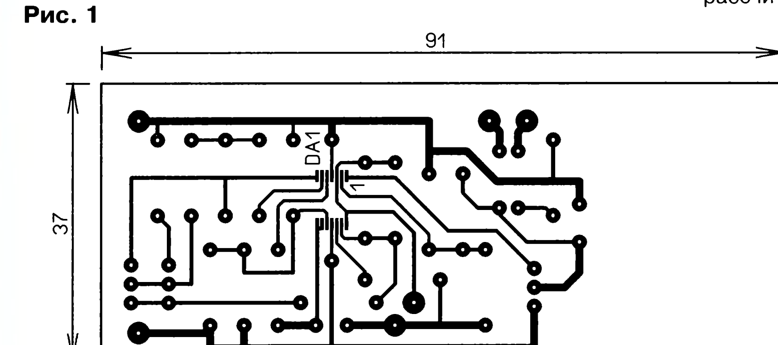


Рис. 1



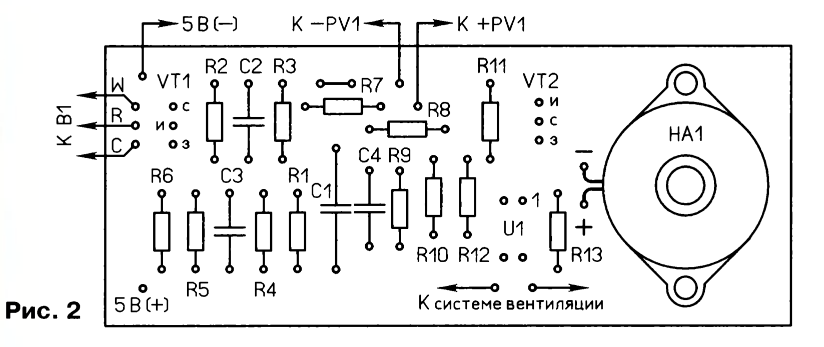


Рис. 2

От редакции. Чертежи печатных плат в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/CO.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

КОЖУХИН П. Усовершенствованная домашняя метеостанция. — Радио, 2016, № 10, с. 36—41.

О замене микросхемы DS1307Z.

Для повышения точности хода микросхему часов реального времени DS1307Z (DD2) можно заменить микросхемой DS3231 со встроенным кварцевым резонатором и температурной компенсацией частоты тактового генератора. Изменений в программе микроконтроллера PIC18F4550 (DD1) в устройстве не требуется. Необходимо лишь учесть, что DS1307Z имеет восьмивыводной корпус, а DS3231 — в корпусе с шестнадцатью выводами. Для размещения DS3231 на печатной плате, чертёж которой приведён в статье, придётся сделать небольшую переходную плату. ■

Малогабаритный регулируемый блок питания 12...24 В

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Предлагаемый вниманию читателей блок питания предназначен для питания устройств, требующих относительно большого напряжения (12...24 В) и небольшого тока (не более 0,2...0,3 А). На **рис. 1** показана схема блока питания с выходным фиксированным напряжением 12, 15 и 18 В при токе нагрузки до 0,3 А или 24 В при токе нагрузки до 0,2 А. Устройство изготовлено на базе так называемого сетевого адаптера модели SH-DC24V400 (предположительно ЗУ шуруповёрта), который обеспечивал выходное нестабилизированное напряжение 24 В при токе нагрузки до 0,4 А. В состав адаптера входят трансформатор T1, мостовой выпрямитель на диодах VD1—VD4 и предохранитель FU1. Чтобы расширить область применения этого устройства, оно было усовершенствовано.

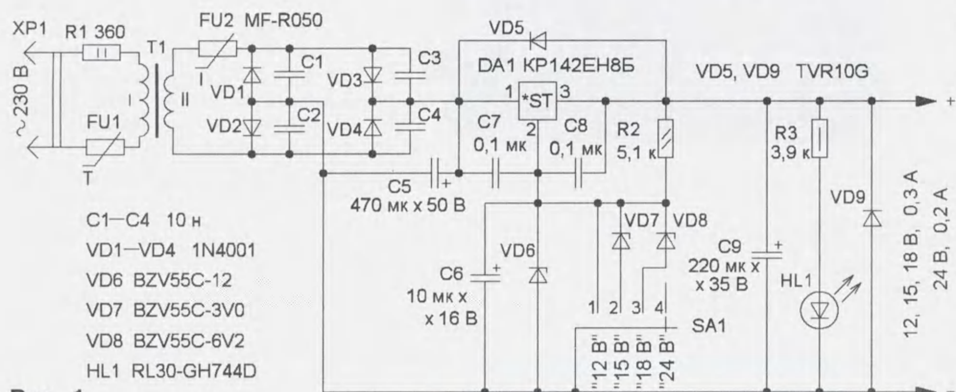


Рис. 1

Напряжение сети переменного тока 230 В поступает на первичную обмотку понижающего трансформатора T1 через токоограничивающий резистор R1 и встроенный в трансформатор термопредохранитель FU1. Этот предохранитель срабатывает как при высокой температуре, так и при повышенном токе в цепи первичной обмотки. Резистор R1 — защитный, он снижает вероятность повреждения первичной обмотки трансформатора. Со вторичной обмотки переменное напряжение около 24 В через полимерный самовосстанавливающийся предохранитель FU2 поступает на мостовой диодный выпрямитель VD1—VD4. Конденсатор C5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, которое поступает на вход интегрального стабилизатора напряжения DA1. Значение выходного напряжения (12, 15, 18 или 24 В) зависит от положения переключателя SA1. При выходном токе более 0,2 А напряжения на выходе выпрямителя недостаточно для нормальной работы микросхемы КР142ЕН8Б (DA1), в результате появятся сильные пульсации выходного напряжения. Диоды VD5 и VD9 защищают интегральный стабилизатор от повреждения при подключении к выходу БП, например, заряженного конденсатора или аккумуляторной батареи. Светодиод HL1 сигнализирует о наличии напряжения на выходе БП.

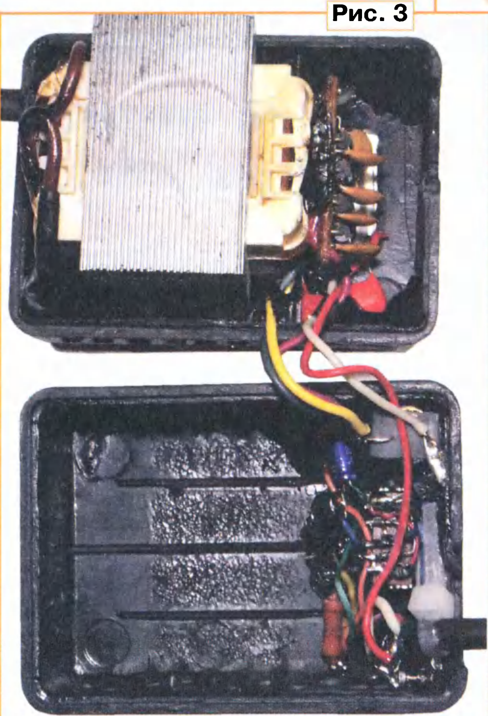
Рис. 2

Все детали размещены в пластмассовом корпусе (70×50×40 мм) адаптера. Для лучшего охлаждения в стенках просверлены около 60 отверстий диаметром 3 мм. Поскольку бо́льшую часть объёма занимает трансформатор, для монтажа деталей пришлось использовать объёмный монтаж. Был использован мостовой выпрямитель на печатной плате размерами 15×30 мм (**рис. 2**) из комплекта исходного устройства. На эту плату дополнительно установлены конденсаторы C1—C4 и предохранитель FU2. Остальные детали, кроме микросхемы и входных и выходных разъёмов, приклеены к корпусу устройства (**рис. 3**). Контактные штыри для подключения устройства к сетевой розетке были срезаны, к сети БП подключается с помощью шнура и сетевой вилки.

Резистор R1 — импортный невозгораемый, он помещён в термоусаживаемую трубку. При отсутствии нагрузки на этом резисторе рассеивается мощность около 0,26 Вт. Остальные резисторы — общего применения соответствующей мощности, например, РПМ, МЛТ, С1-4, С2-14, С2-33. Неполярные конденсаторы C1—C4, C7, C8 — малогабаритные керамические или плёночные на номинальное напряжение не менее 50 В. Конденсаторы C7 и C8 припаивают непосредственно к соответствующим выводам микросхемы DA1. Оксидные конденсаторы — малогабаритные импортные. Взамен диодов TVR10G подойдут любые из серий 1N4001—1N4007, UF4001—UF4007, 1N4933GP—1N4937GP, 1N5391—1N5399, КД243, КД247, КД258. Этими же диодами можно заменить диоды 1N4001 в выпрямительном мосте. Вместо стабилитрона BZV55C-3V0 подойдут TZMC-3V0,

MMSZ5225BT1. Стабилитрон BZV55C-6V2 можно заменить стабилитронами TZMC-6V2, BZV85-C6V2, 1N4735A, MZD6.2, а BZV55C-12 — стабилитронами BZV85-C12, TZMC-12, 1N4742A, MZD12, Д814Д1, 2С212В. Стабилитроны установлены непосредственно на выводах переключателя SA1. Переключатель SA1 — малогабаритный импортный на четыре положения, для него в корпусе сделано прямоугольное окно. Свободные группы контактов соединены параллельно. При монтаже следите за тем, чтобы внутрь переключателя не попал клей или флюс.

Вместо отечественной микросхемы КР142ЕН8Б можно применить любую импортную в корпусе TO-220 из серий 7812, 78M12, например, L7812CV, L7812CP, MC7812T, KA7812, AN7812. Можно применить и регулируемый интегральный стабилизатор, например, LM317T, LM117HV, LM317HVT, используя соответствующую схему включения. Микросхема установлена на дюралюминиевый ребристый теплоотвод с площадью охлаждающей поверхности 48 см^2, который закреплён на нижней стенке снаружи корпуса. Теплоотводящий фланец микросхемы не должен иметь электрического контакта с теплоотводом. Самовосстанавливающийся предохранитель MF-R050 можно заменить аналогичным — LP60-050. Чем больше температура внутри корпуса БП, тем при меньшем токе он будет срабатывать. Это уменьшает вероятность повреждения устройства из-за перегрева. Светодиод RL30-GH744D зелёного цвета свечения можно заменить любым общего применения, например, из серий КИПД66, КИПД40. Понижающий трансформатор имеет Ш-образный магнитопровод, габаритная мощность — около 10 Вт, сопротивление первичной обмотки — 452 Ом, вторичной — около 4 Ом. Вместо такого трансформатора подойдёт унифицированный трансформатор ТП-114-9. Для самостоятельного изготовления понижающего трансформатора подойдёт Ш-образный магнитопровод с площадью центрального керна 4,2 см^2. Первичную обмотку наматывают обмоточным проводом диаметром 0,13 мм (2800 витков). Вторичную — проводом диаметром 0,39 мм (315 витков). Пластины магнитопровода собирают вперекрышку.


Рис. 3

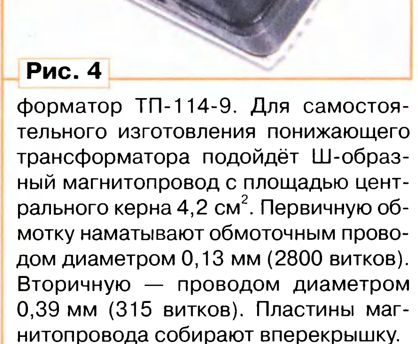


Рис. 4

При отсутствии нагрузки и напряжении сети 235 В блок питания потребляет ток около 22 мА. При мощности, рассеиваемой микросхемой более 2 Вт, корпус БП желательно располагать так, чтобы теплоотвод был сбоку или сверху относительно корпуса устройства, что улучшит его охлаждение и уменьшит температуру внутри корпуса блока питания. Внешний вид устройства показан на **рис. 4**, его масса — около 400 г.

Светодиодная мигалка с питанием от 1,5 В

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

"Заставить" мигать светодиод любого цвета свечения от одного гальванического элемента напряжением 1,5 В можно, используя преобразователь напряжения всего из нескольких

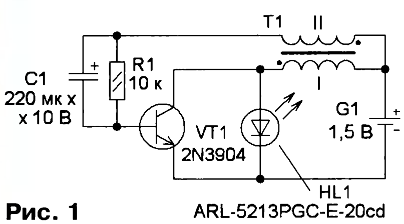


Рис. 1

деталей (**рис. 1**). Его основа — генератор, собранный на транзисторе VT1 и трансформаторе T1. Когда генератор работает, импульсы напряжения, возникающие на коллекторе транзистора VT1, вызывают свечение светодиода HL1. За счёт периодического заряда—разряда конденсатора C1 генератор включается и выключается, а светодиод вспыхивает.

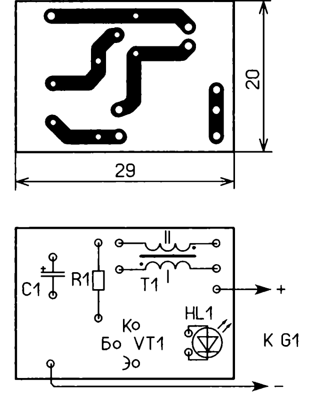


Рис. 2

Все элементы можно установить на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1...1,5 мм. Её чертёж показан на **рис. 2**. Резисторы — МЛТ, С2-23, конденсатор — оксидный импортный. Трансформатор T1 можно намотать на ферритовом кольцевом магнитопроводе диаметром 6—10, высотой 2—4 мм и проницаемостью 400—2000. Обмотки мотают вдвое сложенными проводами ПЭВ-2 диаметром 0,2...0,4 мм, число витков — 20...30.

Продолжительность вспышки и интервал между ними можно изменить подборкой резистора и конденсатора, а также типом светодиода. Ёмкость конденсатора может быть от 10 до 1000 мкФ, сопротивление резистора — от 2 до 22 кОм.

***От редакции.** Видеоролик, иллюстрирующий работу макета устройства, находится по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/migalka.zip** на нашем FTP-сервере.*



Электронная мишень на Arduino

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Эта мишень предназначена для фиксации и подсчёта числа попаданий в её центр пластмассовой пули. В качестве "стрелкового" оружия применён пистолет, стреляющий ими. Алгоритм работы мишени следующий. При попадании пули в её центр раздаётся короткий звуковой сигнал, зажигается светодиод красного цвета и одновременно на цифровом индикаторе число попаданий увеличивается на единицу. Через несколько секунд (время на перезарядку) раздаётся троекратный звуковой сигнал и включается светодиод зелёного цвета свечения — сигнал разрешения стрельбы.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Его основа — плата Arduino Uno, которая и выполняет все операции. Акустический преобразователь B1 выполняет поочерёдно две функции — датчика попаданий и акустического сигнализатора. Число попаданий отображает цифровой семиэлементный светодиодный индикатор HG1 (с десятичной точкой). Светодиоды HL1 и HL2 сигнализируют о состоянии устройства. Резистором R4 устанавливают чувствительность (порог включения) устройства. Оно должно реагировать на попадание в центр мишени и не реагировать в любом другом случае.

После подачи питающего напряжения (оно поступает на плату Arduino Uno) надо кратковременно нажать на кнопку SB1 "Сброс". Цифровой индикатор будет погашен, и станет светить светодиод HL1, разрешающий стрельбу. На аналоговый вход A0 Arduino с делителя R2R3 поступает постоянное напряжение около 2,5 В. На аналогичный вход A1 с движка переменного резистора R4 поступает постоянное пороговое напряжение, но отличное от 2,5 В. Экспериментально надо установить такой порог, чтобы устройство реагировало только на попадания в центр мишени (т. е. акустический преобразователь). При этом на выводе 12 Arduino Uno программно установлен низкий уровень напряжения, т. е. этот выход соединён с минусовой линией питания. В таком состоянии устройство ждёт выстрела.

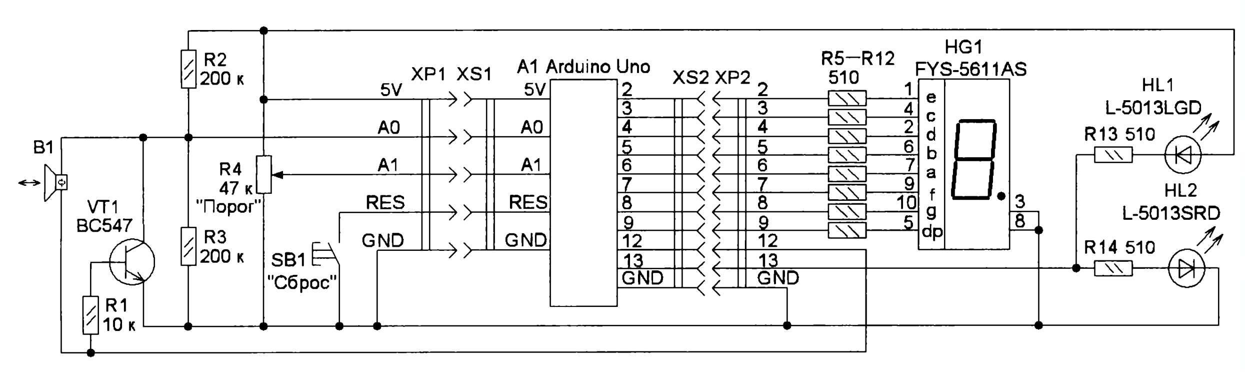
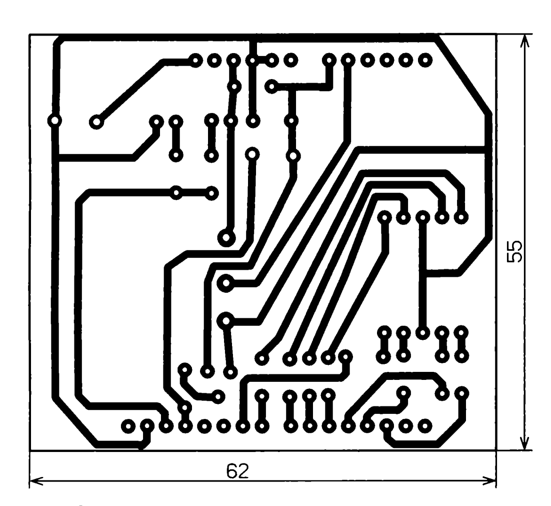


Рис. 1



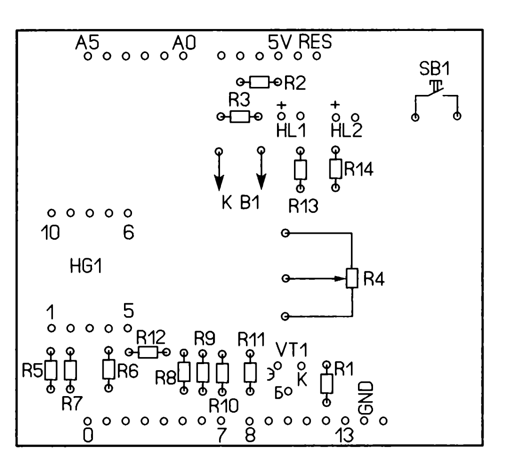


Рис. 2

При попадании пули в центр мишени в акустическом преобразователе B1 возникает короткий импульс напряжения, который превышает порог, и регистрируется попадание. При этом на выводе 13 низкий уровень сменяется высоким, поэтому светодиод HL1 (зелёного свечения) гаснет и станет светить HL2 (красного свечения). Одновременно на выходе 12 формируется пачка прямоугольных импульсов частотой 1 кГц. При высоком уровне на этом выводе он поступает на нижний по схеме вывод преобразователя B1, а транзистор VT1 открывается и соединяет верхний по схеме вывод преобразователя с минусовой линией питания. Таким образом, на преобразователь поступает весь импульсный сигнал, и поэтому он работает как акустический излучатель.

На индикаторе HG1 появляется цифра 1, и далее устройство работает по алгоритму, описание которого при-

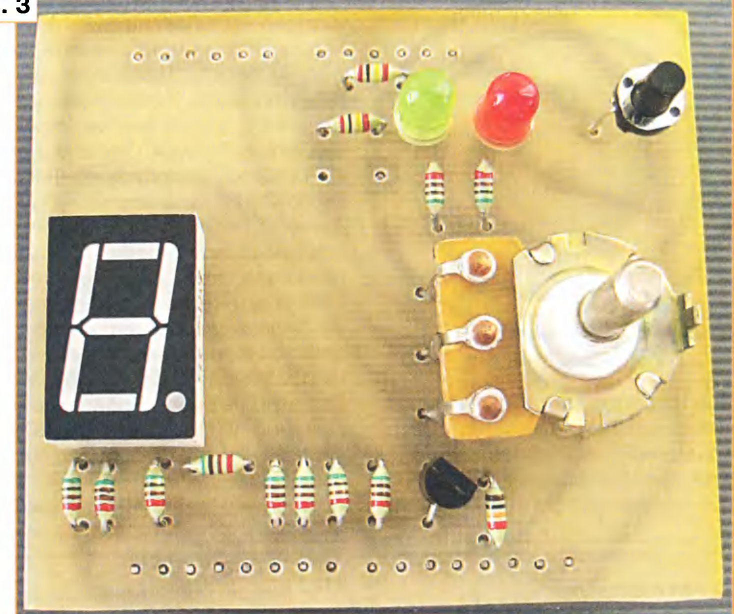


Рис. 3

ведено выше. С каждым точным попаданием число на индикаторе увеличивается на единицу. Чтобы с помощью одного семиэлементного индикатора можно было индицировать число попаданий до 19, после цифры 9 включается децимальная точка, которая индицирует десяток. Если на индикаторе HG1 будет **5.**, это означает, что индицируется число 15. Для сброса показаний и начала нового отсчёта надо кратковременно нажать на кнопку SB1 "Сброс".

Все детали размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, которая выполнена в виде платы расширения (Shield). На ней для подключения к Arduino Uno установлены штыревые разъёмы (вилки). Это позволяет быстро устанавливать и снимать Arduino Uno и использовать её в других проектах. Чертёж платы и размещение на ней элементов показаны на **рис. 2**. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис 3**. Разъёмы установлены со стороны печатных проводников.

Применены постоянные резисторы Р1-4, С2-23, переменный — СП4-1, СП3-4, светодиоды — любые маломощные соответствующего цвета свечения, индикатор — семиэлементный с децимальной точкой и общим катодом, транзистор — маломощный, подойдёт любой из серии КТ3102. Кнопка — ТС-0409 или аналогичная с длинными выводами и толкателем, на плате она закреплена с помощью подставки и клея. Разъёмы ХР1, ХР2 — однорядные вилки PLS-10.



Рис. 4

В качестве акустического преобразователя В1 применена пьезокерамическая головка Siemens с маркировкой Н8 от телефонной трубки настольного телефона. Диаметр её корпуса — 48 мм. Перфорированный защитный экран пьезокерамического преобразователя не очень толстый и может деформироваться при попадании пули, поэтому его желательно защитить металлической пластиной, в которой надо сделать акустические отверстия и можно нарисовать центр мишени.

Для корпуса устройства и самой мишени применены подручные материалы. Корпус изготовлен из прозрачной коробки от гибких дисков 3,5", мишень — из DVD-диска (**рис. 4**). Плата устройства с помощью клея и стоек закреплена в корпусе с внутренней стороны передней панели. В ней сделаны два отверстия: одно — для движка переменного резистора, второе — для толкателя кнопки. Поскольку корпус устройства прозрачный, было решено его покрасить. Предварительно места на передней панели, где расположены индикатор и светодиоды, были защищены отрезками липкой ленты. После покраски эти отрезки удаляют.

Центральное отверстие DVD-диска увеличивают, чтобы в него вошёл акустический преобразователь. При этом преобразователь надо изолировать от диска с помощью резиновой демпфирующей прокладки, чтобы ослабить акустические колебания, возникающие при попадании пули в диск.

Нестабилизированный источник питания напряжением 7...12 В подключают к гнезду питания платы Arduino Uno. Поэтому в боковой стенке корпуса сделано отверстие для штекера блока питания. При желании можно сделать отверстие и для подключения USB-разъёма, тогда в Arduino Uno можно будет загружать код, не вынимая её из корпуса устройства.

Мишень с концентрическими кругами, в центре которой размещён преобразователь В1, соединена с платой двухпроводным кабелем. В авторском варианте (рис. 4) мишень приклеена к корпусу, но её можно размещать и отдельно от устройства. Форма и размеры мишени, как, впрочем, и алгоритм работы устройства, могут быть другими, это зависит от желания того, кто изготавливает устройство. Не изменяя аппаратную часть, можно существенно изменить программу и тем самым алгоритм работы устройства. Например, давать разрешение на стрельбу на короткое время через случайные промежутки времени или ограничить общее время стрельбы для одного стрелка.

***От редакции**. Скетч, а также чертежи печатной платы в формате Srint-Layout 6 имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/target.zip** на нашем FTP-сервере.*

Приёмник ГЛОНАСС с интерфейсом Bluetooth

М. НАУМОВ, г. Москва

Спутниковые системы навигации сегодня нужны всем. В связи с развитием отечественной системы ГЛОНАСС она активно используется наряду с такими зарубежными системами, как GPS. Но практически отсутствуют серийные образцы автономных приёмников сигналов ГЛОНАСС с интерфейсом Bluetooth. А они необходимы для планшетных компьютеров, в том числе с ОС Android. Это положение автор решил исправить, собрав такой приёмник из имеющихся в продаже готовых модулей.

Руководством для этой работы мне послужили различные материалы, опубликованные в Интернете. Например, в статье [1] я нашёл советы по выбору узлов и их компоновке.

Функционально приёмник состоит из модуля приёмника сигналов спутников системы ГЛОНАСС, преобразователя его выходных сигналов для передачи по каналу Bluetooth и блока питания. Схема соединения модулей приёмника изображена на **рис. 1**.

Рис. 1

A2 MT3333 (ГЛОНАСС): RXD 6, TXD 5, VCC 4, GND 3, VB 1; A3 HC05 (Bluetooth): TXD 3, RXD 2, VCC 5, GND 4; G1 3 В; A1 Зарядное устройство (OUT+, B+, B–, OUT–); A4 Преобразователь напряжения (IN+, IN–, OUT–, OUT+, 3,3 В); XS1 microUSB (+5 В 1, Общ 5); SA1; G2 Li-ion

В качестве приёмника сигналов ГЛОНАСС (A2) использован готовый модуль на специализированной микросхеме MT3333 [2], имеющий следующие **основные технические характеристики:**

Число каналов приёма 99
Число каналов слежения 33
Чувствительность, дБм ....–165
Напряжение питания, В ....3...6
Потребляемый ток, мА, не более:
в режиме поиска 35
в режиме слежения 29
Длительность "холодного" старта, с, не более 33
Длительность "горячего" старта, с, не более 1
Размеры, мм ....25×31×5

В режиме поиска на модуле мигает светодиод. Тот модуль, что показан на **рис. 2**, имеет встроенную антенну. Но существуют его варианты и без антенны, а лишь с разъёмом для её подключения. В этом случае нужно приобрести и подключить к этому разъёму внешнюю антенну. Оба варианта одинаковы по параметрам и назначению выводов и способны принимать сигналы как со спутников системы ГЛОНАСС, так и со спутников системы GPS. Наличие показанного на схеме штриховыми линиями резервного элемента питания G1 (это может быть литиевый элемент CR2032) не обязательно. Но его

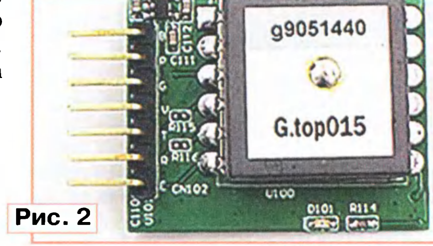
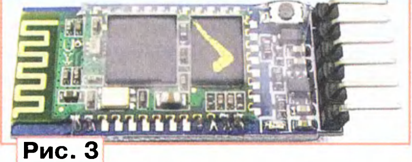


Рис. 2

установка ускоряет повторный запуск модуля A2 после перерыва в подаче основного питания, позволяя сохранять информацию о спутниках, полученную в предыдущем сеансе работы.

Принятая навигационная информация поступает по последовательному интерфейсу в изображённый на **рис. 3**


Рис. 3

Bluetooth-адаптер HC05 [3]. Его **основные технические характеристики:**

Протокол Bluetooth ....2.0 + EDR
Рабочий диапазон, ГГц 2,4
Модуляция ....GFSK
Мощность излучения, дБм, не более 4
Чувствительность при BER не более 0,1 %, дБм ....–84
Напряжение питания, В 3,3
Потребляемый ток, мА 50
Частота мигания светодиода, Гц:
идёт поиск 5
связь установлена 0,5
Рабочая температура, °С ....–20...+75
Размеры, мм ....26,9×13×2,2
Пароль для связи с компьютером 1234

Источник питания состоит из литий-ионного аккумулятора G2 с устройством A1 (**рис. 4**) для его зарядки от USB-разъёма компьютера или зарядного устройства с таким разъёмом и изображённого на **рис. 5** стабилизированного преобразователя напряжения аккумулятора в 3,3 В [4]. Именно такое напряжение используется для питания модуля приёмника ГЛОНАСС и адаптера Bluetooth.

Модуль зарядки имеет **следующие параметры:**

Входной разъём ....microUSB
Входное напряжение, В 5
Максимальный зарядный ток, А 1
Напряжение отсечки зарядки, В 4,2
Порог срабатывания защиты от переразрядки, В 2,5
Порог срабатывания защиты по току нагрузки, А 3
Размеры, мм ....26×17×3

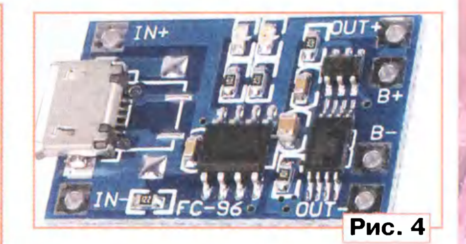
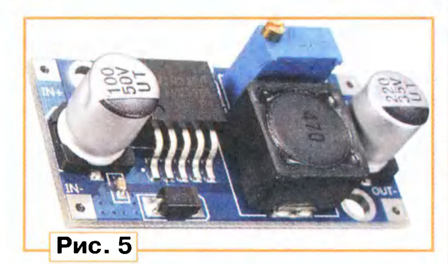


Рис. 4


Рис. 5

Красный светодиод сигнализирует об идущем процессе зарядки, зелёный — о полной заряженности аккумулятора.

Стабилизированный преобразователь напряжения на микросхеме LM2596 имеет **следующие характеристики:**

Входное напряжение, В ....3...40
Выходное напряжение, В ......1,5...35
Максимальный выходной ток, А 3
КПД, %, не более 92
Размах пульсаций выходного напряжения, мВ, не более 30
Частота преобразования, кГц 150
Рабочая температура, °С ....–45...+85
Размеры, мм ....43×21×10

Индикатор работы — синий светодиод.

Все модули устройства размещены в герметичном пластиковом корпусе размерами 115×55×65 мм, как показано на **рис. 6**, и соединены между собой согласно схеме отсутствующими на фотоснимке монтажными проводами. Остав-

шиеся в корпусе пустоты заполнены пенополиэтиленовыми вставками.

Правильно собранное устройство обычно работоспособно сразу после включения питания. Необходимо лишь до подключения модулей А2 и А3 установить напряжение 3,3 В на выходе модуля А4 имеющимся в нём подстроечным резистором.

По сравнению с распространёнными GPS-Bluetooth приёмниками мы получаем высокочувствительный приёмник сигналов со спутников ГЛОНАСС и GPS, что положительно сказывается на точности определения координат.

Передача информации по каналу Bluetooth от приёмника к планшетному компьютеру с ОС Android была проверена с помощью бесплатных программ Bluetooth GPS Provider (URL: **https://apkplz.com/casual/bluetooth-gps-provider-apk-download** (27.03.17)) и Bluetooth GPS for Android (URL: **https://downloads.sourceforge.net/project/bluegps4droid/Apk/BlueGPS4Droid_1.2.x/BlueGps4Droid_1.2.6.apk** (27.03.17)).

Запустив программу Bluetooth GPS Provider, необходимо в правом верхнем углу экрана отметить строку Preferences, затем выбрать источник сигналов. В нашем случае это HC05. Нажав на клавишу Start, получим свои координаты и информацию о наблюдаемых навигационных спутниках с указанием мощности принимаемых от них сигналов.

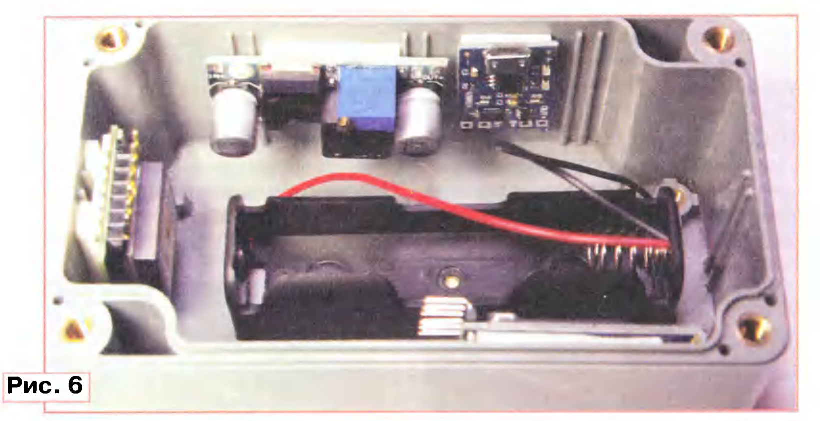


Рис. 6

При запуске программы Bluetooth GPS for Android необходимо выбрать источник навигационных сигналов HC05. Получив информацию со спутников, программа отобразит текущие координаты. Сменив экран Main на экран Status (для этого нужно сместиться вправо), получим схематичное изображение небесной сферы с положением на ней спутников, их номерами и мощностью сигнала. Сместившись ещё на один экран вправо (на экран NMEA), можно просмотреть служебные сообщения о принимаемых навигационных сигналах.

ЛИТЕРАТУРА

1. GPS Bluetooth своими руками. — URL: **http://kibermaster.net/gps-bluetooth-svoimi-rukami/** (27.03.17).

2. MT3333. A high-performance, single-chip, multi-GNSS solution with the industry's highest level of sensitivity, accuracy and Time to First Fix. — URL: **http://www.mediatek.com/products/locationIntelligence/mt3333** (27.03.17).

3. Использование блютуз-модулей HC-05/06. — URL: **http://sotvorimvmeste.ru/viewtopic.php?p=768** (27.03.17).

4. Про модули DC-DC Buck Converter на LM2596. — URL: **http://trengtor.blogspot.ru/2015/06/buck-step-down-lm2596.html** (27.03.17).

Электронный блок для модели ракеты

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

Предлагаемое устройство разработано на основе ранее опубликованных в [1, 2] и объединяет в себе их функции, позволяя автоматизировать запуск ракеты, вовремя раскрыть её парашют, записать изменения барометрической высоты полёта. Встроенный в него радиомаяк облегчает слежение за ракетой в полёте и её поиск после приземления.

При практическом использовании устройства, описанного в [1], выявлены следующие его недостатки:

— запись результатов измерения давления всегда начинается через минуту после включения питания, что заставляет строго выдерживать время старта;

— сигнал на выпуск парашюта подаёт таймер с фиксированной выдержкой, что зачастую приводит к его преждевременному или запоздалому выпуску;

— сравнительно большие размеры.

В усовершенствованном приборе в программу микроконтроллера введён простой алгоритм определения момента старта, основанный на обнаружении заданного изменения высоты. Добавлена функция формирования сигнала выпуска парашюта. Теперь момент его подачи определяется на основании анализа показаний датчика давления после достижения максимальной высоты. Органы управления и индикации аналогичны описанным в [2].

Принципиальная схема электронного блока показана на **рис. 1**. Он состоит из двух узлов, соединённых разъёмом X2. Схема первого из них, содержащего микроконтроллерный модуль Arduino Pro Mini (A1), модуль датчика давления BMP280 (A2) и модуль радиопередатчика FS1000A (A3), отличается от приведённой в [1] тем, что из него удалены батарея питания с выключателем, светодиод с ограничительным резистором и съёмная перемычка. Добавлен делитель напряжения питания R2R3, выходное напряжение которого подано для измерения на аналоговый вход A0 модуля Arduino Pro Mini. Его аналоговый вход A2 и дискретные линии ввода—вывода D7—D9 выведены на разъём X2.

Схема узла управления и контроля (справа от разъёма X2) в основном подобна опубликованной в [2]. Исключён конденсатор большой ёмкости в цепи затвора полевого транзистора VT1. Он обеспечивал необходимую задержку замыкания транзистором цепи запала E1, поджигающего выбрасывающий парашют пиропатрон. Теперь это происходит по команде, поступающей с вывода D7 Arduino Pro Mini. Батарея питания GB1 ("Крона" или подобная) подключена к разъёму X1. Её напряжение через кнопочный выключатель SA1 питает запал E1 и контрольную лампу HL4, а также через разъём X2 — модуль Arduino Pro Mini.

Если в момент включения питания выключателем SA1 кнопка SB1 не нажата, устройство выводит накопленную в EEPROM микроконтроллера информацию по последовательному интерфейсу — линии TXD (D1) модуля A1. Если же питание включено при нажатой кнопке, программа микроконтроллера входит в режим обнаружения старта, а после него начинает записывать в EEPROM вычисленную на основании результатов измерения атмосферного давления высоту полёта.

Вторая группа контактов кнопки SB1 включает в цепь стока транзистора VT1 запал E1 либо его эквивалент в виде

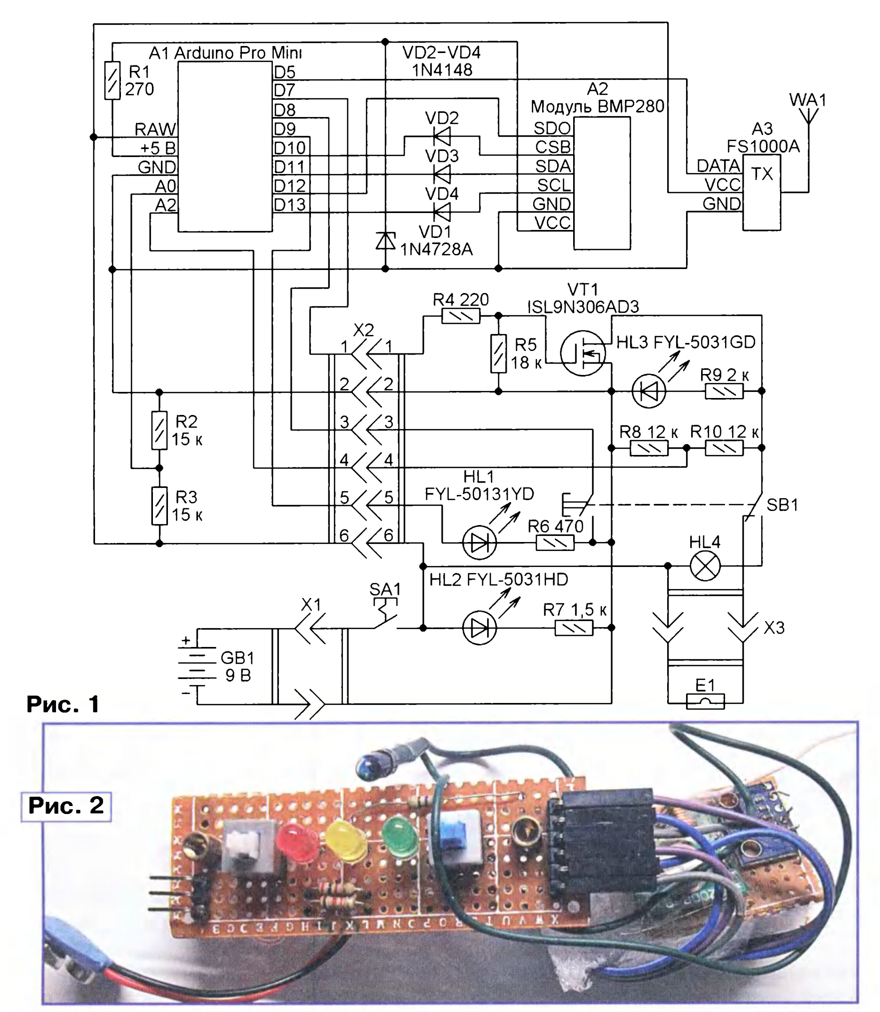


Рис. 1

Рис. 2

лампы накаливания HL4. Это предотвращает срабатывание пиропатрона на стартовой позиции при неисправном транзисторе.

Светодиод HL1 жёлтого цвета свечения служит индикатором режима работы электронного блока. Светодиод HL2 красного цвета свечения сигнализирует о наличии напряжения питания. Зелёное свечение светодиода HL3 свидетельствует об исправности цепи запала. Сопротивление резистора R9 выбрано таким, что обеспечивает ток 5...10 мА, достаточный для светодиода HL3, но недостаточный для срабатывания запала. Делитель напряжения R8R10 предназначен для контроля напряжения в цепи управления запалом микроконтроллером.

Программа (скетч) bmp280r6.ino для модуля Arduino Pro Mini разработана в среде Arduino IDE. В блоке инициализации Setup(), выполняемом в начале работы, она требуемым образом настраивает линии ввода—вывода микроконтроллера, а затем выключает радиопередатчик и закрывает транзистор VT1.

Далее программа анализирует состояние кнопки SB1 и, если она не нажата, поочерёдно передаёт по последовательному интерфейсу содержимое всех ячеек EEPROM и на этом завершает работу.

Если кнопка SB1 при старте программы нажата, она, прежде всего, проверяет наличие датчика давления. Обнаружив его, она формирует три двойные вспышки светодиода HL1, затем переходит в цикл ожидания момента старта ракеты.

В этом цикле с заданным константой tPress периодом 100 мс датчик атмосферного давления измеряет его, а по нему программа вычисляет в дециметрах условную высоту, на которой находится ракета. Полученное значение записывается в две последовательные ячейки буферного массива, организованного в оперативной памяти микроконтроллера. В нём хранятся последние 20 (это число задано константой MasMax) отсчётов высоты. Одновременно определяется приращение высоты относительно значения, полученного сразу после включения питания. Если оно больше порога, заданного константой Hd, программа делает вывод, что ракета стартовала.

Во время цикла обнаружения старта программа формирует тройные вспышки светодиода HL1 и тройные пачки импульсов частотой 1024 Гц на входе DATA радиопередатчика A3. Благодаря этому можно контролировать работу устройства не только по вспышкам светодиода, но и по звуку в головных телефонах радиоприёмника (пеленгатора). Последнее можно делать, находясь довольно далеко от места старта, что значительно безопаснее.

В начале полёта программа переписывает содержимое буферного массива из ОЗУ в EEPROM микроконтроллера, сохраняя этим информацию об отрезке времени, непосредственно предшествовавшем старту. Во время полёта программа в цикле Loop() с периодом 100 мс, заданным ранее упомянутой константой tPress, измеряет атмосферное давление и вычисляет высоту. Полученное значение в целых дециметрах она записывает в две последовательные ячейки EEPROM. В этом режиме программа формирует одиночные вспышки светодиода HL1 и одиночные пачки импульсов частотой 1024 Гц, передаваемые по радио.

После заполнения заданного константой maxAddr объёма EEPROM программа переходит в режим формирования кодом Морзе буквы Ж и передачи её в эфир. Этот сигнал служит маяком для поиска приземлившейся модели.

Поскольку устройство состоит в основном из готовых модулей, печатная плата для него не разрабатывалась. Оно собрано на трёх платах с навесным монтажом. На плате размерами 70×25 мм собран узел управления и сигнализации. На ней же находятся штыревые части разъёмов X2 и X3. Размеры платы подобраны так, чтобы её можно было поместить внутрь корпуса ракеты диаметром 40 мм. При этом между платой и корпусом остаётся достаточно места для батареи GB1.

В корпусе ракеты просверлены отверстия напротив размещённых на плате светодиодов HL1—HL3, выключателя SA1 и кнопки SB1. Контрольная лампа HL4 закреплена в предназначенном для неё отверстии корпуса и соединена с платой проводами.

Ещё на одной плате установлены модуль A1, резисторы R1—R3, стабилитрон VD1 и диоды VD2—VD4. Эта плата имеет размеры 40×25 мм. Модуль A1 смонтирован на ней без использования традиционных разъёмов, что существенно уменьшило размеры устройства и повысило его надёжность. Он соединён с гнездовой частью разъёма X2 и с модулями A2 и A3 отрезками монтажного провода. Плата, на которой размещены эти модули, имеет размеры 30×25 мм.

Плата с модулем Arduino Pro Mini и плата с модулями датчика давления и радиопередатчика скреплены липкой лентой через изолирующую прокладку из пенополиэтилена, что позволило достичь компактности и малой массы конструкции. Внешний вид всех плат, соединённых вместе, показан на **рис. 2**. В качестве передающей антенны WA1, как и

Таблица 1

```
0;  T0;  2039;
2;  P0;  9907;
4;  V0;  900;
6;  Z0;  896;
8;  TM;  2010;
10; PM;  9845;
12; VM;  896;
14; ZM;  0;
16; VZ;  896;
18; TE;  2039;
20; PE;  9907;
22; VE;  892;
24; AM;  202;
26; H0;  2879;
28; H;   2880;
30; H;   2879;
32; H;   2877;
```

прежде, использован отрезок изолированного провода длиной 17 см, проложенный вдоль корпуса модели ракеты.

При подготовке ракеты к пуску предполагается следующая последовательность действий. При разомкнутом выключателе SA1 к разъёму X3 подключают запал E1. Ракету собирают и устанавливают на пусковую направляющую. Выключатель SA1 замыкают при нажатой кнопке SB1 непосредственно перед стартом. Красный светодиод HL2 должен включиться (батарея исправна, питание подано). Контрольная лампа HL4 должна остаться погашенной (с транзистором VT1 всё в порядке), а зелёный светодиод HL3 светиться, показывая, что лампа HL4 исправна.

Жёлтый светодиод HL1 тремя двойными вспышками должен показать, что датчик давления исправен. Его непрерывное мигание свидетельствует об ошибке инициализации датчика. Необходимо проверить правильность его подключения и повторить процедуру включения. После отпускания кнопки SB1 светодиод HL3 должен остаться включённым. Теперь он показывает исправность цепи запала, а светодиод HL1 тройными вспышками сигнализирует о том, что программа ожидает старт ракеты.

Отойдя от стартовой позиции подальше, можно запускать модель. После ухода её со старта светодиод HL1 перейдёт в режим одиночных вспышек — идёт запись результатов измерений. Сигнал в головных телефонах приёмника дублирует состояние светодиода HL1.

При повторении измерений с периодом 100 мс ёмкости EEPROM микроконтроллера ATmega328P, установленного в модуле Arduino Pro Mini (1024 байта), хватит примерно на 50 с записи. По её окончании свечение светодиода HL1 станет непрерывным, а в головных телефонах приёмника будет звучать буква Ж. Найдя приземлившуюся модель ракеты, следует первым делом выключить её электронику, разомкнув выключатель SA1.

Для считывания записанной информации следует запустить на компьютере Arduino IDE и открыть имеющийся в этой программе монитор последовательного порта. Не включая выключателем SA1 питание электронного блока, соедините его модуль Arduino Pro Mini с компьютером, как это делалось при загрузке в модуль программы.

Таблица 2

Адрес	Код	Содержание
		Состояние перед стартом
0	T0	Температура, °C×100+2000
2	P0	Давление, Па/10
4	V0	Напряжение батареи GB1, ед. АЦП
6	Z0	Напр. сток–исток транзистора VT1, ед. АЦП
		Состояние при подаче команды выпуска парашюта
8	TM	Температура до включения запала, °C×100+2000
10	PM	Давление, Па/10
12	VM	Напр. батареи GB1 до вкл. запала, ед. АЦП
14	ZM	Напр. сток–исток транзистора VT1, ед. АЦП
16	VZ	Напр. батареи GB1 после вкл. запала, ед. АЦП
		Состояние по окончании записи ед. высоты
18	TE	Температура, °C×100+2000
20	PE	Давление, Па/10
22	VE	Напряжение батареи GB1, ед. АЦП
		Дополнительные сведения
24	AM	Адрес ячейки EEPROM, при записи в которую была сформирована команда на выпуск парашюта
26	H0	Высота до старта, дм
		Полёт
≥28	H	Отсчеты высоты, дм

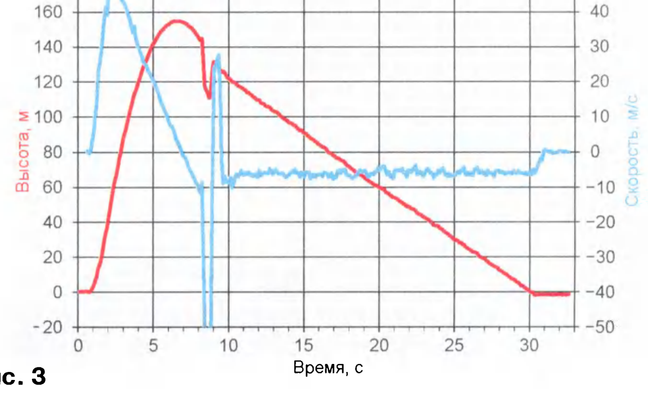


Рис. 3

Если в окне монитора последовательного порта не появилась считанная информация, нажмите на кнопку "Reset" модуля. Пример окна со считанной информацией показан в **табл. 1**. В её первой колонке указаны адреса ячеек EEPROM (напомним, что каждая запись занимает две байтовые ячейки), во второй — условные коды параметров, в третьей — их значения. В качестве разделителя выбран символ ";", общепринятый для файлов формата CSV, пригодных для обработки с помощью программы Excel. Коды параметров, их адреса и содержание описаны в **табл. 2**. Значения напряжения записываются в EEPROM в единицах выходного кода АЦП, каждая из которых с учётом делителей напряжения на его входах приблизительно соответствует 0,01 В.

Не стоит обращать внимание на абсолютные значения измеренной высоты. При барометрическом методе измерения это высота над условным уровнем, на котором при данных метеоусловиях атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Но если вычесть из неё значение, полученное незадолго до старта, то истинная высота подъёма ракеты над местом старта будет правильной.

Чтобы загрузить в программу Excel для обработки принятую монитором последовательного порта информацию, выделите в его окне все строки, нажав комбинацию клавиш Ctrl+A, и скопируйте их в буфер обмена компьютера, нажав комбинацию клавиш Ctrl+C. После этого вставьте содержимое буфера в открытое окно текстового редактора, нажав комбинацию клавиш Ctrl+V, и сохраните его в файле с расширением имени .CSV. Далее этот файл можно открыть в программе Excel и обработать. Легко получить информацию, например, о скорости полёта, ускорении, продолжительности работы двигателя.

В приложенном к статье файле R8b_15real_rp7-1.xls приведён пример такой обработки, а её результат показан в виде графиков на **рис. 3**. По ним видно, что ракета достигла максимальной скорости 50 м/с (180 км/ч) на второй секунде полёта, а максимальной высоты 154 м — на шестой секунде. Скачок давления в месте расположения датчика при срабатывании пиропатрона, выбрасывающего парашют, вызвал провал в графике высоты, сопровождаемый резкими изменениями вычисленной скорости по его границам. Ракета спускалась на парашюте со скоростью около 6 м/с.

Специальные программы для обработки полученной информации не разрабатывались.

Установка многих элементов описанного устройства не обязательна. Например, можно отказаться от модуля радиопередатчика и светодиодов. Без них некоторые функции выполняться не будут, но существенно уменьшится потребляемый ток.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Пахомов А.** Барограф для модели ракеты. — Радио, 2017, № 1, с. 52—54.

2. **Пахомов А.** Таймер для системы спасения модели ракеты. — Радио, 2017, № 2, с. 47, 48.

*__От редакции__. Программа микроконтроллера, библиотека к ней и файл с результатами полёта имеются по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/rocket.zip** на нашем FTP-сервере.*



Четверть века на службе радиолюбительству

Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

В апреле состоялся очередной Съезд союза радиолюбителей России, которому в этом году исполнилось 25 лет. Первая самостоятельная радиолюбительская организация создавалась "с нуля" и прошла непростой путь, став настоящим представителем нашего радиолюбительского движения как внутри страны, так и в международных организациях.

Мы предоставляем слово новому президенту СРР, одному из самых активных членов предыдущего состава президиума и многолетнему другу редакции Игорю Евгеньевичу Григорьеву.

Всё началось много лет назад с радиоприёмника "Рига-6", стоявшего на почётном месте в середине комнаты и подмигивающего вечерами зелёным глазом индикатора настройки. Затем была Станция юных техников в Коломне, затем Рязанский радиотехнический институт, затем работа, связанная с электроникой, на одном и том же предприятии вот уже более 35 лет.

А ещё были 23 года работы педагогом дополнительного образования на той же Станции юных техников, куда когда-то ходил постигать азы электроники школьником, и детский радиоклуб в Технической школе ДОСААФ.

Союз радиолюбителей для меня начался внезапно. Осенью 1992 г. я оказался в редакции журнала "Радио" — искал поддержки для молодёжных соревнований по радиосвязи на маломощных радиостанциях Р-108, которые мы — команда энтузиастов — регулярно проводили в то время на берегу Белого озера в Подмосковье. Впоследствии выяснилось, что редакция популярного журнала была эпицентром радиолюбительского движения, возглавляемого Валерием Георгиевичем Агабековым (UA6HZ), только что избранным первым президентом новой всероссийской радиолюбительской организации — Союза радиолюбителей России. Произошло это на учредительной конференции, состоявшейся 25 апреля 1992 г.

Энергия, исходившая в то время из окон четвёртого этажа дома № 10 в Селивёрстовом переулке, где располагается редакция "Радио", просто захватывала и несла за собой. Всё приходилось строить заново: новую страну, новую организацию радиолюбителей, выстраивать взаимоотношения в радиолюбительском сообществе, а также с органами власти и управления. Тогда мы ещё не знали, что нам предстоит, не знали, что мы — не просто радиолюбители, представители одного из технических хобби,



Игорь Григорьев (RV3DA), президент Союза радиолюбителей России.

но часть создающегося в стране гражданского общества, и именно на нас будут отлаживаться механизмы взаимодействия общества с органами власти в стране.

Четверть века пролетела как один день. И вот уже в структуре Союза радиолюбителей России более семи тысяч членов, организации Союза действуют в 82 субъектах России, мы — полноправные члены IARU, нас признают и с нами взаимодействуют федеральные министерства и ведомства: Минкомсвязи, Роскомнадзор, Минспорт, МЧС, Минобразования. В организации шесть штатных сотрудников, а бюджет превышает восемь миллионов рублей. Как часы работает QSL-бюро, проводятся соревнования, технические конференции, тренировки с МЧС и Роскомнадзором.

Именно это и констатировал VI Съезд СРР, избравший меня восьмым по счёту президентом Союза на смену Дмитрию Воронину (RA5DU), чья профессиональная деятельность, увы, стала преградой управлению нашей общественной организацией.

Есть ли у Союза достижения? Конечно. Всё ли сделано? Безусловно, нет. А поэтому нужно смотреть вперёд и стараться достойно отвечать на вызовы времени, решать главные задачи, стоящие перед национальной организацией радиолюбителей.

А какие они — эти главные задачи?

Цель всей нашей работы — сделать всё, чтобы заниматься радиолюбительством и радиоспортом в нашей стране было бы просто, удобно и приятно. И при этом мы не забывали о развитии, о молодёжи и ветеранах.

Эту задачу нельзя решить поодиночке. Для этого необходимо прилагать совместные усилия для поддержки и укрепления инфраструктуры радиолюбительства, решать фундаментальные задачи общероссийского уровня. Именно для этого всем нам: DX-менам и контестменам, любителям телеграфа, телефона и цифровых видов связи, УКВ и сверхдлинных волн, многоборцам и "лисоловам", скоростникам и "робинзонам" нужна единая сильная, авторитетная, уважаемая и признаваемая как органами власти и управления, так и самими радиолюбителями общественная организация. Именно такой видели национальную организацию радиолюбителей 25 лет назад "отцы-основатели" нашего Союза — Союза радиолюбителей России.

Так случилось, что первый свой радиолюбительский позывной — UA3DTQ — я получил в 1981 г. Подал документы в Госинспекцию электросвязи через РТШ ДОСААФ в Павловском Посаде и ждал, не поверите, полтора года. При этом документы представляли собой целую кучу бумаг. Включая анкету-заявление, в которой приходилось отвечать на много странных, на первый взгляд, вопросов, и блок-схему передатчика и ещё много чего. Сегодня с момента сдачи экзамена до получения позывного проходят три дня, а ворох бумаг "усох" до двух листов — заявления и выписки. В том, чтобы это случилось, активнейшее участие принял наш Союз.

А помните, существовали так называемые "индивидуальные радиостанции"? Это такие, которые могли управляться только владельцами, и никто другой не мог выйти в эфир. Наверное, уже и забыли. И правильно.

Что нужно было, чтобы открыть "коллективную" радиостанцию в школе? Около года времени, толстая пачка документов и испорченные нервы. А сейчас это время сократилось до нуля.

А как оформить документы для поездки с радиостанцией за рубеж? Это же был "высший пилотаж"! Сейчас в большинство стран Европы на срок до 90 дней можно отправиться вообще без какого-либо оформления.

Всё это было. И верхние границы диапазонов 80 и 40 метров были 3650 и 7100 кГц соответственно. И телетайп — по отдельному разрешению.

Было и прошло. Потому что уже 25 лет с Администрацией связи России день за днём, регулярно и планомерно работают представители СРР. Работают, согласовывая принципиальные позиции и тексты проектов нормативных актов, действуя при этом в интересах радиолюбителей России.

Вот эта работа — самая важная, самая главная, системообразующая, и она будет продолжена.

В последнее время всё отчётливее просматривается тенденция максимального сокращения участия регулирующих и контролирующих органов в "играх" радиолюбителей. Это и понятно: средства государственного бюджета на эти "игры" тратить никто не будет. Нужно отдавать себе отчёт, что регулирование использования любительских радиостанций всё больше и больше перекладывается на радиолюбительскую организацию. А действовать в этом направлении эффективно можно только на основе авторитета и доверия радиолюбителей.

Рассчитывая на какую-либо поддержку "извне", Союз должен ориентироваться на те направления своей работы, которые, с одной стороны, интересуют своих членов, а с другой — в той или иной степени востребованы государством и обществом.

Одним из таких направлений является радиоспорт. В особенности, радиоспорт детский, юношеский, студенческий. Это один из главных способов привлечения молодёжи к занятию радиолюбительством. В то же время региональные отделения Союза могут после аккредитации получить материальную поддержку своей спортивной деятельности из бюджета региона, что для организации, живущей на членские взносы, совсем не лишне.

Вторым направлением общественно-полезной деятельности радиолюбителей является аварийная радиосвязь. СРР взаимодействует с МЧС России на федеральном уровне и его структурными подразделениями в регионах. Главная задача этого взаимодействия — получение знаний и опыта действий в условиях чрезвычайной ситуации, организации радиолюбительской сети передачи сообщений в условиях выхода из строя всех средств связи, кроме любительских радиостанций. Для этого Союз регулярно организует региональные и всероссийские тренировки "Содружество" и участвует в международных тренировках GlobalSET.

Третье направление работы на благо общества — развитие технического творчества, распространение знаний в области радиотехники. Союз организует и проводит технические конференции как в рамках фестивалей, так и тематические, например, по технике УКВ, молодёжные.

Ещё одно направление, находящее отклик и в среде радиолюбителей, и вне этой среды, — это патриотическая работа, и в особенности, Мемориал "Победа", проводящийся Союзом при поддержке редакции журнала "Радио" и ставящий своей задачей распространение в молодёжной среде знания и сохранения памяти о Великой Отечественной войне. Во многих регионах проводится радиоигра "Военный радист" — она вызывает восторженные отклики самих юных участников и их родителей.

Один из главных вопросов — расширение возможностей членов Союза. Сегодня у члена СРР есть самое главное право — через процедуры представительной демократии участвовать в выработке проектов нормативных актов, непосредственно влияющих на нашу жизнь. Голос каждого радиолюбителя, не состоящего в Союзе, безусловно, при этом будет услышан.

Членство даёт право спортсменам получать скидки на стартовые взносы при участии в соревнованиях (в том числе, ОЗЧР). Членство даёт право DX-менам пользоваться услугами QSL-бюро СРР, в том числе осуществлять совершенно бесплатно внутрироссийский QSL-обмен, бесплатно получать иностранную QSL-почту. Активисты Союза, внёсшие значительный вклад в развитие радиоспорта и радиолюбительства, представляются руководящими органами СРР к наградам СРР, а также к ведомственным наградам Минкомсвязи России, Роскомнадзора, Министерства спорта России.

В будущем, безусловно, этот перечень будет расширяться.

У СРР есть дипломная программа, программа молодёжных грантов и ещё много важных и нужных проектов.

Всем этим и предстоит в ближайшие четыре года заниматься обновлённой команде Президиума СРР. В неё вошли Роман Томас (R5AA), Владимир Феденко (UA3AHA), Александр Куликов (RA1C), Евгений Глухов (R4AS), Михаил Клоков (UA9PM), Дмитрий Дмитриев (RA3AQ), Сергей Иванов (UI3D), Юрий Куриный (RG9A), Игорь Мазаев (UA3GGO), Антон Думанский (R1AX), Константин Зеленский (R7HM), Валерий Хацкевич (RA0R), Александр Морозов (RU0LM), Андрей Нехорошев (RV9WB).

Я надеюсь, мы справимся. ■

"Старый Новый год 2017" — ИТОГИ

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

В радиолюбительских кругах, в частности на интернет-форумах, время от времени снова звучит тема — "классический телеграф умирает". Звучит она уже не одно десятилетие (т. е. телеграф, если и "умирает", то очень медленно). Более того, как показывает практика, старый добрый телеграф остаётся предпочтительным видом любительской радиосвязи.

Вот, например, статистика соревнований "Старый Новый год" этого года. Из приславших отчёты 578 участников 45 % — это "чистые" телеграфисты и только 20 % — "чистые" телефонисты. Если ещё учесть, что остальные спортсмены работали как телефоном, так и телеграфом (группы MIXED), процент участников соревнований, использовавших телеграф, только возрастёт.



Евгений Даниэльян (R2AA).

QSL-карточка RK4W.



Участие в этих соревнованиях открыто для радиолюбителей всех стран мира. Но само событие, которому они посвящены, — чисто российское, поэтому естественно, что основная масса их участников, конечно, россияне. Заметную группу в них составляют и наши ближайшие соседи — спортсмены из стран, возникших после распада СССР. Поэтому не удивительно, что в одиннадцати зачётных группах чаще в числе победителей оказываются российские коротковолновики. В этом году нашим спортсменам особенно повезло — только в одной группе победителем стал не россиянин.

В группе участников "один оператор CW HIGH" лучшим был Юрий Куриный (RG9A) из Челябинска. Совсем немного уступил ему литовец Римас Балтусис (LY6A) из Ужусаляя, занявший второе место. На третье место в этой группе вышел Владимир Фетисов (R3EG) из Орла.

Виталий Дорофеев (RM7M) из Таганрога Ростовской области показал лучший результат в группе "один оператор CW LOW". На второе место в этой группе вышел Владимир Супрунов (UR7MZ) из Вахрушево Луганской области. Третье место здесь также занял представитель Украины Павел Кириченко (UV7V) из Онуфриевки Кировоградской области.

В группе "один оператор SSB HIGH" на первое место вышел Виктор Василенко (UA4S) из Волжска Республики Марий Эл. Уступив ему буквально несколько связей, на второе место здесь вышел Виталий Медведев (RC5Z) из Губкина Белгородской области. На третьем месте в этой группе Валерий Нестеров (RT9J) из Нижневартовска Ханты-Мансийского автономного округа.

Казахстанец Владимир Дубинский (UN6LN) из Рудного Костанайской области был лучшим в группе "один оператор SSB LOW". Второе место в этой группе занял Виктор Афонин (UA3OQ) из Воронежа, а третье — Андрей Глушко (RZ3Z) из Белгорода.

Президент Russian Contest Club Евгений Даниэльян (R2AA) подтвердил, что он не "почётный" президент клуба, а серьёзный контестмен. Он уверенно вышел на первое место в самой серьёзной группе соревнующихся — "один оператор MIXED HIGH". На втором месте в этой группе — Виктор Кондратьев (UA6CC) из станицы Старовеличковская Краснодарского края, а на третьем — Виктор Яровой (UW1M) из Алчевска Луганской области.

В группе "один оператор MIXED LOW" первое место занял Игорь Зубков (RM2T) из Нижнего Новгорода. Вторым здесь был Владимир Кравец (RX9AF) из Троицка Челябинской области, а на третье место вышел Дмитрий Куликов (RZ3F) из подмосковного Дмитрова.

В ветеранской группе "50 и более HIGH" победил Юрий Котельников (RT9S) из Энергетика Оренбургской области. На второе место вышел Владимир Латышенко (UY5ZZ) из Киева. Третье место занял Юрий Кашлатый (R3ZV) из Алексеевки Белгородской области.

А в группе "50 и более LOW", как и в прошлогодних соревнованиях, лидировал Сергей Сергеев (R7MM) из Таганрога Ростовской области. Второе место здесь занял Владимир Постников (LZTU), работавший из болгарского Балчика. На третьем месте — Александр Новичихин (UA3QAM) из Семилуки Воронежской области.

Интересный расклад мест получился в группе "несколько операторов HIGH". Первые три места и в той же последовательности в этой группе заняли те же радиостанции, что и в прошлом году. В команде UA4M из Димитровграда Ульяновской области работали RW4NW, RN4WA, RW4LR, RW4PL и RA4LW, в команде RT5G из Липецка — R3GG, R3GM и RN3GQ, а в команде RA9A из Челябинска — RN9A и RL9A.

Как и в прошлом году, на первое место в группе "несколько операторов LOW" вышла команда RK4W из Ижевска. В неё входили RW4WA, UA4WAU и RX4WX. На втором месте здесь команда RK3PWR из посёлка Спиценский Тульской области (UA3PBL, R3PJL, R3PJM и Елизавета Полищук), а на третьем месте — команда UN8LWZ из казахстанского Костаная (операторы без позывных).



Виталий Дорофеев (RM7M).

Константин Вахонин (RU4SS) из Йошкар-Олы решил попробовать свои силы как SWL (видимо, так сложились обстоятельства). Проба оказалась удачной — он занял первое место в группе SWL. Наблюдателей сейчас принимает участие совсем немного — в любых соревнованиях. А в некоторых теперь и совсем нет этой группы. Нам особенно приятно получать отчёты от тех, кто решил приобщаться к участию именно с наших соревнований. В этом году это была Настя Ушакова (UB3QCV/ SWL) из Липецка. С удачным стартом, Настя!

Спортсмены, вошедшие в десятки сильнейших (по группам), отмечены контест-дипломами редакции журнала "Радио", а победители (первые места по группам) получат памятные медали (радиостанции с одним оператором) или плакетки (радиостанции с несколькими операторами). Результаты, показанные лидерами в этих соревнованиях, приведены в **таблице**: место, позывной, число связей, итоговый результат. Эти же данные для всех участников размещены по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/2017-03-28.shtml** на сайте журнала.

SINGLE-OP CW HIGH

1	RG9A	501	49896
2	LY6A	492	49160
3	R3EG	464	46825
4	RT3T	453	45334
5	S57DX	425	42955
6	UR7GO	421	42139
7	R7AW	420	41998
8	RM1T	416	41287
9	LZ3ZZ	407	40769
10	UC7A	387	39071

SINGLE-OP CW LOW

1	RM7M	398	39765
2	UR7MZ	369	37072
3	UV7V	363	36327
4	UT4LW	344	34426
5	LY3B	348	33914
6	RU9AC	333	33136
7	UA3MIF	310	32061
8	RV3ZN	306	30782
9	UA5F	306	30550
10	UD8A	306	30415

SINGLE-OP SSB HIGH

1	UA4S	328	30965
2	RC5Z	325	30535
3	RT9J	304	28813
4	RW1F	290	27561
5	RA3OA	276	26088
6	RA9SF	272	25646
7	RM4HZ	267	25476
8	UA9JDP	268	25170
9	RW3XZ	261	24867
10	RW1CW	231	22235

SINGLE-OP SSB LOW

1	UN6LN	229	21080
2	UA3OQ	194	18425
3	RZ3Z	195	18300
4	UA3BL	195	18199
5	RZ3LC	192	18112
6	UA4ATB	187	17692
7	R7NP	183	17107
8	RA7M	184	17067
9	RA1OHX	174	16664
10	RA3RBL	177	16644

SINGLE-OP MIXED HIGH

1	R2AA	677	66197
2	UA6CC	582	56411
3	UW1M	532	52620
4	UA9MA	499	49181
5	RL4A	494	48136
6	RV3FF	484	46584
7	YT4W	467	46178
8	R3EC	446	42892
9	R3DCX	427	42151
10	R3OM	381	37179

SINGLE-OP MIXED LOW

1	RM2T	339	33469
2	RX9AF	326	32314
3	RZ3F	303	30017
4	RT0R	291	28004
5	RU4SO	266	25924
6	UC9A	264	25877
7	EU6AA	244	24088
8	EU6DX	242	23892
9	RU9TN	239	23364
10	UA3VLO	208	20345

SINGLE-OP 50 HIGH

1	RT9S	456	45083
2	UY5ZZ	458	44850
3	R3ZV	435	41907
4	R3VO	359	36027
5	RK3ER	357	35757
6	EW8DX	348	34554
7	R3AT	346	34466
8	UR7QC	313	30741
9	RO5O	282	27873
10	UN2E	270	26326

SINGLE-OP 50 LOW

1	R7MM	355	34364
2	LZ7U	298	29258
3	UA3QAM	279	27714
4	RY5WH	275	26640
5	EW7A	266	26342
6	RG4A	265	26174
7	UA3AO	232	23355
8	UA3SAQ	241	22887
9	SE4E	225	22193
10	RT4W	218	21114

MULTI-OP HIGH

1	UA4M	924	89946
2	RT5G	751	73445
3	RA9A	729	70854
4	RU9CZD	687	67024
5	RK9LWA	506	49502
6	RN9T	426	41989
7	RK3T	413	40461
8	RC9J	347	33677
9	R0AK	316	30669
10	UD3D	286	27720

MULTI-OP LOW

1	RK4W	478	45237
2	RK3PWR	217	20980
3	UN8LWZ	209	19728
4	RD8U	191	18223
5	RK4HYT	188	18007
6	RK3FWE	164	15673
7	RM3X	156	14638
8	RZ9OWN	122	11510
9	EW8ZO	95	9031
10	RZ9WYY	97	8969

SWL

1	RU4SS/SWL	217	21698
2	R9O-11	222	20872
3	UB3GCV/SWL	71	7029
4	SP4-208	52	5161
5	R3A-034	37	3564

Изогнутый вертикальный диполь

Владислав ЩЕРБАКОВ (RU3ARJ),
Сергей ФИЛИППОВ (RW3ACQ), г. Москва

Хорошо известно, что для работы на дальних трассах вертикальная антенна имеет преимущество перед горизонтальным диполем, так как её диаграмма направленности в горизонтальной плоскости круговая, а главный лепесток диаграммы в вертикальной плоскости прижат к горизонту и имеет малый уровень излучения в зенит.

Однако изготовление вертикальной антенны сопряжено с решением ряда конструктивных проблем. Это и применение алюминиевых труб в качестве вибратора, и необходимость для его эффективной работы установить в основании "вертикала" систему "радиалов" (противовесов), состоящую из большого числа проводов длиной в четверть волны. Если использовать в качестве вибратора не трубу, а провод, мачта, его поддерживающая, должна быть выполнена из диэлектрика и все оттяжки, поддерживающие диэлектрическую мачту, также должны быть либо диэлектрическими, либо разбиты на нерезонансные отрезки изоляторами. Всё это связано с большими затратами и часто невыполнимо конструктивно, например, из-за отсутствия необходимой площади для размещения антенны.

Также необходимо учитывать, что входное сопротивление "вертикалов" обычно ниже 50 Ом, что требует дополнительных мер для его согласования с фидером.

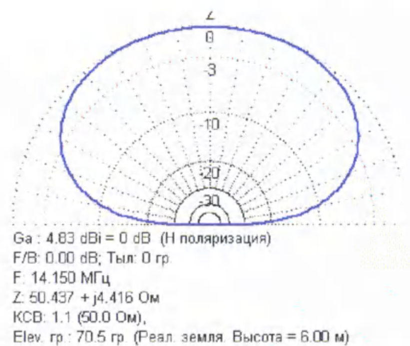
Рис. 1

С другой стороны, горизонтальные дипольные антенны, к которым можно отнести и антенны типа Inverted V, конструктивно очень просты и дёшевы, чем и объясняется их популярность. Вибраторы таких антенн можно выполнить практически из любого провода, и мачты для их установки также могут быть изготовлены из любого материала. Входное сопротивление горизонтальных диполей или Inverted V близко к 50 Ом, и нередко можно обойтись без дополнительного согласования. Диаграммы направленности антенны Inverted V приведены на **рис. 1**.

К недостаткам горизонтальных диполей можно отнести их некруговую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости и большой угол излучения в вертикальной плоскости, приемлемый в основном для работы на коротких трассах.

Желание сохранить преимущества и уменьшить недостатки этих двух типов антенн и привело авторов к конструктивному решению, описанному ниже.

Обычный горизонтальный проволочный диполь поворачиваем вертикально на 90° и получаем вертикальный полноразмерный диполь. Для уменьшения его длины (в данном случае высоты) используем известное решение — "диполь с отогнутыми концами". Например, описание такой антенны есть в файлах библиотеки И. Гончаренко (DL2KQ) к программе MMANA-GAL — AntShortCurvedCurved dipole.maa. Отгибая часть вибраторов, мы, конечно, несколько теряем в усилении антенны, но значительно выигрываем в необходимой высоте мачты. Отогнутые концы вибраторов должны быть расположены друг над другом, при этом компенсируется излучение колебаний с горизонтальной поляризацией, вредное в нашем случае. Эскиз предлагаемого варианта антенны, названной авторами Curved Vertical Dipole (CVD), представлен на **рис. 2**.



Моделирование в программе MMANA показывает, что такой изогнутый вертикальный диполь легко согласуется с коаксиальным кабелем 50 Ом. Он имеет малый угол излучения в вертикальной плоскости и круговую диаграмму направленности в горизонтальной (**рис. 3**).

Начальные условия: диэлектрическая мачта высотой 6 м (стеклопластик или сухое дерево), концы вибраторов оттянуты диэлектрическим кордом (леска или капроновый шнур) под небольшим углом к горизонту. Вибратор изготовлен из медного провода диаметром 1...2 мм, голого или в изоляции. В точках излома провод вибратора прикреплён к мачте.

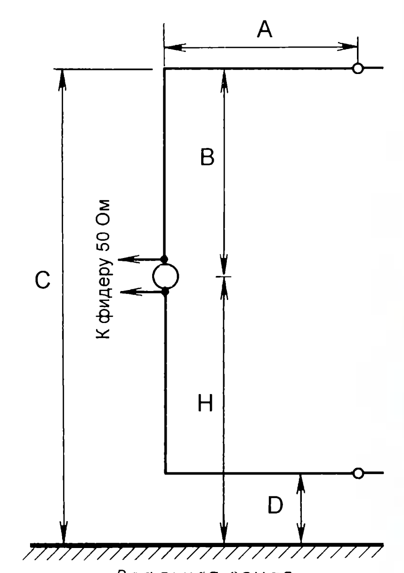


Рис. 2

Если сравнить расчётные параметры антенн Inverted V и CVD для диапазона 14 МГц, легко увидеть, что из-за укорочения излучающей части диполя антенна CVD имеет на 5 дБ меньшее усиление, однако при угле излучения 24° (максимум усиления CVD) разница оказывается всего 1,6 дБ. Кроме того, антенна Inverted V имеет неравномерность диаграммы направленности в горизонтальной плоскости, достигающую 0,7 дБ, т. е. в некоторых направлениях она выигрывает у CVD по усилению всего 1 дБ.

Поскольку расчётные параметры обеих антенн оказались близкими, окончательный вывод могли помочь сделать только экспериментальная проверка CVD и практическая работа в эфире.

Были изготовлены три CVD антенны на диапазоны 14, 18 и 28 МГц по размерам, указанным в **таблице**. Все они имели одинаковую конструкцию (см. рис. 2). Размеры верхнего и нижнего плеч диполя одинаковы. Вибраторы у нас были выполнены из полевого телефонного кабеля П-274, изоляторы — из оргстекла. Антенны поднимались на стеклопластиковую мачту высотой 6 м, при этом верхняя точка каждой антенны была на высоте 6 м над землёй. Отогнутые части вибраторов оттягивались капроновым шну-

Частота, МГц	A, см	B, см	C, см	D, см	H, см	Положение максимума ДН, град.
14,150	289	237	597,5	123	360	24,1
18,120	213	201	600	200	400	20,5
24,940	155	146	546	254	400	17,4
28,500	135	128	528	272	400	16,3

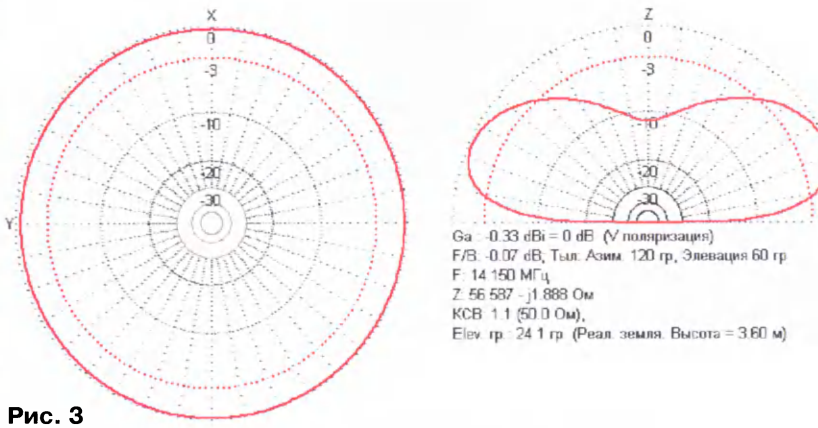


Рис. 3

ром под углом 20...30° к горизонту, поскольку мы не располагали высокими предметами для крепления оттяжек. Авторы убедились (это подтвердило и моделирование), что отклонение отогнутых участков вибраторов от горизонтального положения на 20...30° практически не сказывается на характеристиках CVD.

Конструктивная простота позволяла менять одну антенну на другую в течение пяти минут даже в темноте.

Для питания всех вариантов CVD-антенны использовался один и тот же коаксиальный кабель. Он подходил к вибратору под углом около 45°. Для подавления синфазного тока рядом с точкой подключения на кабель установлен трубчатый ферритовый магнитопровод (фильтр-защёлка). Несколько аналогичных магнитопроводов желательно установить и на участке кабеля длиной 2...3 м вблизи от полотна антенны.

Рис. 4

Поскольку антенны изготавливались из "полёвки", её изоляция примерно на 1 % увеличивала электрическую длину. Поэтому антенны, изготовленные по размерам, приведённым в таблице, нуждались в некотором укорочении. Подстройка производилась регулировкой длины нижнего отогнутого участка вибратора, легко достижимого с земли. Сложив часть длины нижнего отогнутого провода вдвое, можно осуществлять тонкую подстройку резонансной частоты, передвигая конец загнутого участка вдоль провода (своеобразный подстроечный шлейф).

Резонансная частота антенн измерялась антенным анализатором MFJ-269. Все антенны имели чётко выраженный минимум КСВ в пределах любительских диапазонов, не превышавший значения 1,5. Например, у антенны на диапазон 14 МГц минимум КСВ на частоте 14155 кГц был 1,1, а полоса пропускания — 310 кГц по уровню КСВ 1,5 и 800 кГц по уровню КСВ 2.

Для сравнительных испытаний использовалась антенна Inverted V диапазона 14 МГц, установленная на металлической мачте высотой 6 м. Концы вибраторов у неё были на высоте 2,5 м над землёй.

Чтобы получить объективные оценки уровня сигналов в условиях QSB, антенны многократно переключались с одной на другую с временем переключения не более одной секунды.

Были проведены радиосвязи в режиме SSB при мощности передатчика 100 Вт на трассах протяжённостью от 80 до 4600 км. На диапазоне 14 МГц, например, все корреспонденты, находившиеся на расстоянии более 1000 км, отмечали, что уровень сигнала с антенной CVD был на один—два балла выше, чем с Inverted V. При расстоянии менее 1000 км некоторое минимальное преимущество было у Inverted V.

Эти испытания проводились в период относительно плохих условий прохождения радиоволн на ВЧ-диапазонах, чем и объясняется отсутствие более дальних связей.

В период отсутствия ионосферного прохождения в диапазоне 28 МГц мы провели из нашего QTH с этой антенной несколько радиосвязей поверхностной волной с московскими коротковолновиками на расстояние около 80 км. На горизонтальный диполь, даже поднятый несколько выше CVD-антенны, никого из них услышать было невозможно.

По мнению авторов, эта антенна — наиболее простая из антенн, пригодных для дальних связей. Она удобна для быстрого возведения в полевых условиях: на даче, в походе. Антенна изготавливается из дешёвых материалов и не требует много места для размещения. При использовании в качестве оттяжек капроновой лески она вполне может маскироваться под флагшток (кабель, разбитый на участки по 1,5...3 м ферритовыми дросселями, при этом может идти вдоль или внутри мачты и быть малозаметным), что особенно ценно при недоброжелательных соседях по даче (**рис. 4**).

Авторы будут благодарны всем радиолюбителям, которые изготовят и испытают этот тип антенны и пришлют свои результаты.

***От редакции.** Файлы в формате .maa для самостоятельного изучения свойств описанных антенн находятся по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2017/06/cvd_ant.zip** на нашем FTP-сервере.*

Подавление помех от импульсных источников питания

Игорь ГОНЧАРЕНКО (DL2KQ), г. Бонн, Германия

Импульсные блоки питания в большинстве случаев создают основную электромагнитную "пелену" помех в полосе частот 1...100 МГц, т. е. во всех КВ-диапазонах и в начале УКВ. Дело осложняется и тем, что число таких блоков исчисляется сегодня десятками в одном жилище (компьютеры, мониторы, освещение, различные зарядные устройства и т. п.) и сотнями в одном доме — в ближней зоне КВ-антенны любительской радиостанции.

Даже если предположить идеальный случай — соответствие нормам на паразитное излучение всех близлежащих блоков питания, то сумма нескольких десятков паразитных полей явно будет выше нормы. И в своём КВ-приёмнике вы услышите массу паразитных сигналов, которые, по нерушимому закону "падающего бутерброда", окажутся на частоте DX. В реальности же среди десятков окружающих вас импульсных блоков питания найдутся и те, в которых фильтрация помех сделана плохо, а то и вовсе отсутствует. Один такой блок может закрыть возможность приёма во всей полосе КВ в радиусе десятков метров. Поэтому важно знать, как подавлять паразитное излучение кабелей импульсного блока питания, чтобы правильно дорабатывать существующие устройства и выбирать новые.

На **рис. 1** приведена упрощённая схема импульсного блока питания. Точнее, узел преобразования напряжения показан предельно упрощённо, а вот цепи подавления помех, наоборот, полностью. И общий случай питания — от трёхпроводной (с отдельным проводом электротехнического заземления) розетки.

Дроссели L1 и L2 подавляют синфазные помехи, идущие от блока питания и подключённого к нему устройства (например, трансивера с антенной) в сетевой провод и далее в линии электропитания. Обмотки дросселя L1 обычно имеют индуктивность около 30 мГн. Это основные элементы подавления помех в питающей сети. Поэтому они должны быть качественными и обладать высоким импедансом во всей подавляемой полосе, начиная от частоты переключения транзистора блока питания (десятки—сотни килогерц) до нескольких мегагерц.

А в ответственных случаях (чувствительные приёмники и их антенны рядом) — до десятков—сотен мегагерц. Один дроссель это сделать не может. Поэтому в таких случаях последовательно с L1 и L2 включают такие же дроссели, но с индуктивностью в 50...500 раз меньшей, чем указано на рис. 1. Эти дополнительные дроссели должны иметь высокую собственную резонансную частоту, чтобы эффективно подавлять верхние частоты требуемой полосы.

Конденсатор C1 подавляет низкочастотные дифференциальные помехи, идущие от блока питания в сеть. Высокочастотные синфазные помехи подавляют керамические конденсаторы малой ёмкости C2 и C3, включённые параллельно C1.

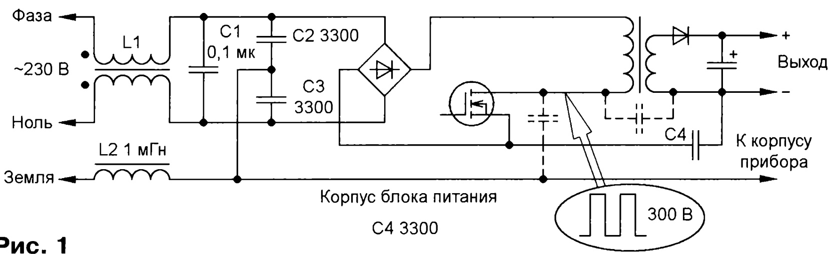


Рис. 1

Но это не единственная функция C2 и C3. Они также замыкают синфазную составляющую импульсов переключения на корпус устройства.

Разберёмся с этим подробнее. На стоке силового транзистора присутствуют прямоугольные импульсы с размахом около 300 В (выпрямленное и отфильтрованное напряжение сети) с частотой несколько десятков—сотен килогерц. Фронты этих импульсов короткие (меньше микросекунды). Во время этих фронтов ключевой транзистор находится в активном режиме и греется, поэтому фронты стараются сделать короче. Но это расширяет полосу создаваемых помех. И всё равно в мощных блоках питания транзистор нагревается. Для охлаждения его закрепляют на теплоотводе, в качестве которого в некоторых случаях используют металлический корпус блока питания (про экранирование не забываем). Транзистор изолируют от корпуса прокладкой. Ёмкость стока на корпус может достигать нескольких десятков пикофарад.

А теперь посмотрим, что у нас получилось: транзисторный генератор прямоугольных импульсов с размахом 300 В через конденсатор в несколько десятков пикофарад (конструктивный между стоком охлаждаемого транзистора и корпусом устройства на рис. 1 показан штриховыми линиями) подключён к корпусам и блока питания, и питаемого им устройства. Мы считаем, что это корпус с нулевым потенциалом, а на самом деле там протекает большой ВЧ-ток через конструктивную ёмкость теплоотвода. Это приведёт к появлению большого синфазного тока (а значит, и помех) на корпусах всех устройств, подключённых к нашему источнику питания.

Чтобы такого не было, установлены конденсаторы C2 и C3. Фронты импульсов со стока транзистора, просочившиеся через конструктивную ёмкость теплоотвода, через эти конденсаторы и диоды моста (точнее, через диод, открытый в данный момент) замыкаются на исток транзистора. Этот путь для них оказывается проще, чем синфазно растекаться по корпусам.

Но проблемы с высоковольтными короткими фронтами импульсов на стоке силового транзистора не заканчиваются с установкой конденсаторов C2 и C3. Есть ещё одна паразитная ёмкость — между обмотками трансформатора (тоже показана на рис. 1 штриховыми линиями). Через неё импульсы тока поступают в выходную цепь блока питания. Сразу в оба провода, т. е. как синфазная помеха. Конденсатор C4 замыкает эти токи на исток транзистора, создавая им более лёгкий путь для протекания.

Конденсаторы C2—C4 оказываются включёнными между безопасными для человека цепями (выходами и корпусом источника) и силовой сетью 230 В. Для обеспечения безопасности людей номинальное напряжение этих конденсаторов делают очень высоким (несколько киловольт), а их конструкцию такой, чтобы в случае аварии они обрывались, а не замыкались. Конденсаторы, устанавливаемые на месте C2—C4, выпускаются как отдельный тип и называются Y-конденсаторами. Конденсаторы с маркировкой Y1 рассчитаны на импульсы напряжения до 8 кВ, Y2 — до 5 кВ.

С точки зрения подавления помех, ёмкость конденсаторов C2—C4 желательно иметь побольше. Но надо иметь в виду, что при двухпроводной сети (или обрыве провода заземления в трёхпроводной) выходы и корпус источника через конденсаторы C2—C4 оказываются соединёнными с сетевым фазным проводом. Поэтому их суммарная ёмкость должна выбираться так, чтобы ток частотой 50 Гц на корпус не превышал 0,5 мА (неприятно, но не смертельно). С учётом возможного максимального напряжения в сети, разброса, температурных уходов и старения получается не более 5000 пФ.

Рассмотрим теперь ошибки, допускаемые в фильтрации помех импульсных источников.

Иногда, для экономии, ставят только один из двух конденсаторов C2 или C3. Идея, на первый взгляд, кажется разумной: всё равно ведь они соединены параллельно через большую ёмкость конденсатора C1. Но на высоких частотах конденсаторы большой ёмкости совсем не являются коротким замыканием, а имеют заметный индуктивный импеданс. Поэтому такая экономия может привести к тому, что на десятках мегагерц (выше резонансной частоты C1,

которая окажется невелика, поскольку это конденсатор большой ёмкости) заметно снизится подавление синфазного тока, протекающего на корпус.

Встречается отсутствие конденсатора С4 — или производитель решает, что можно С4 не устанавливать, так как в его трансформаторе ёмкость мала, или пытливый потребитель выкусывает, чтобы от источника не пощипывало током утечки 50 Гц через этот конденсатор. Внешними цепями эта проблема не лечится (хотя хороший внешний развязывающий дроссель по выходным цепям снижает остроту проблемы), надо ставить С4 на его законное место.

Отсутствие С2, С3 может быть допустимо, но только если выполняются все три следующих условия сразу: сеть двухпроводная, корпус блока питания не имеет контакта с корпусами питаемых устройств (пластмассовый, например), силовой транзистор установлен не на теплоотводе-корпусе. Если хотя бы одно из условий нарушено, С2 и С3 должны быть.

Установка перемычек вместо основного развязывающего дросселя L1 редко, но всё же встречается в дешёвых источниках плохих производителей. Экономят, видимо. Лечится это установкой нормального дросселя. В крайнем случае такой дроссель можно сделать, намотав сетевой шнур на большом ферритовом магнитопроводе.

Перемычка вместо L2 встречается, увы, часто, даже у приличных производителей. Видимо, полагают, что раз в двухпроводной сети этот дроссель не нужен (а там он действительно не требуется, току некуда течь), то без него можно обойтись и в трёхпроводной. Увы, нет, поскольку это открывает прямую дорогу в сеть для синфазных помех (и помех из сети на корпус). Исправляется установкой L2 в разрыв провода между разъёмом сети и платой. На худой конец допустим внешний дроссель на сетевом шнуре.

В завершение рассмотрим частую ошибку, которая относится не только к импульсным, но и ко всем блокам питания. Нередко слева (по рис. 1) от L1 устанавливают дополнительные конденсаторы, как показано на **рис. 2**. Они должны блокировать чужие помехи, идущие из сети в источник питания. Конденсатор С1 блокирует дифференциальные помехи и нам не мешает. А вот конденсаторы С2 и С3, замыкающие синфазные помехи в сетевых проводах на земляной провод, могут стать причиной соединения по ВЧ корпуса устройства и силовых (фазы и нуля) проводов сети. Это произойдёт, если среднюю точку С2 и С3 соединить с корпусом устройства, как показано штриховой линией красного цвета на рис. 2. Делать так нельзя (хотя печально, часто именно так и подключают). ВЧ синфазные помехи из сети пойдут через С2 и С3 на корпус устройства. И назад: синфазные токи устройства (например, трансивера с антенной) потекут в сеть. Правильное подключение средней точки С2 и С3 должно быть только к выводу заземления трёхпроводной розетки, но не к корпусу устройства, т. е. к левому выводу дросселя L2, как показано линией зелёного цвета на рис. 2.

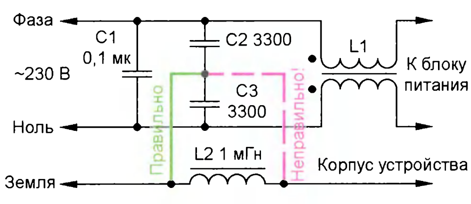


Рис. 2

Если используется двухпроводная питающая сеть, то проверьте, нет ли в вашем блоке питания конденсаторов с проводов сети на корпус устройства. И если есть, удалите их, так как это прямая дорога для ВЧ синфазных токов из сети в ваше устройство и назад.

А если сеть трёхпроводная, то установите дроссель L2 между корпусом своего устройства и землёй сети (он разорвёт путь для синфазных токов между ними), а среднюю точку входных конденсаторов (С2, С3 по рис. 2) переместите на землю сети.

Сетевой фильтр, показанный на рис. 2 с конденсаторами С1—С3, является общим случаем для питания любых устройств, генерирующих радиочастотные помехи, например КВ-передатчиков.



НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ



Клуб радиопутешественников "РадиоВолна" 22 июня проводит акцию, посвящённую памяти фронтовых и партизанских радистов Великой Отечественной войны.

Расписание работы: с 01.00—03.00 UTC — диапазон 80 метров, частоты 3540...3570 кГц CW, 3650...3680 кГц SSB; с 03.00—05.00 UTC — диапазон 40 метров, частоты 7020...7035 кГц CW, 7050...7070 кГц SSB. Допускается работа и на других любительских диапазонах.

Работа ведётся из любых мест на маломощной радиоаппаратуре, работающей всеми видами излучения от несетевых источников питания и только с добавлением .../р к своему позывному. Общий вызов: телеграфом — CQ, телефоном — "Всем, Памяти Радистов ВОВ". Предпочтительна работа в АМ.

Во время сеанса связи надо передавать свой 6- или 8-символьный локатор (например, KO47GG и KO47GG54).

Выписка из аппаратного журнала должна содержать только перечисление позывных, с которыми были проведены связи. Участники акции "сеанс памяти" проводят связи с любыми станциями. Всем засчитываются связи с участниками акции — членами Клуба радиопутешественников "РадиоВолна", работающими .../р, и с радиостанциями ветеранов ВОВ.

Отчёт/фоторассказ размещают в своём личном дневнике радиолюбителя-путешественника (**http://radio-wave.ru/forum/blog.php**). Он должен содержать фотографии с места работы в эфире, подробное описание самого участия в акции, QTH, особенности работы в эфире и использованной аппаратуры.

Всем участникам акции, а также их корреспондентам, которые провели связи с тремя и более участниками акции, приславшим заявки, выдаётся памятный диплом в электронном виде.

Специальный диплом в печатном виде может быть заказан только участниками акции.

Отчёты принимаются до 15 июля 2017 г. через специальную форму, которая есть на главной странице **http://radio-wave.ru** сайта клуба "РадиоВолна".

Выставка НТТМ-2017

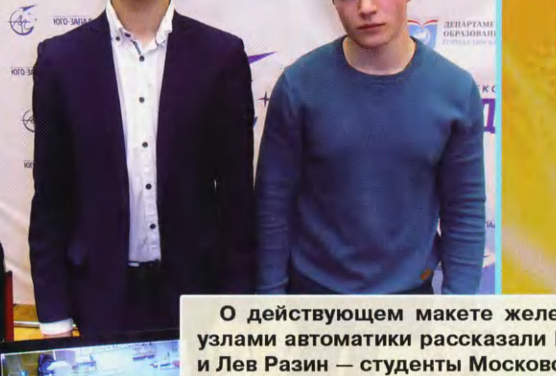
20 апреля 2017 г. в Образовательном комплексе "Юго-Запад" прошёл заключительный этап Городской студенческой научно-практической конференции "Профессиональные кадры в экономике столичного образования". В рамках этой конференции прошла выставка НТТМ. В номинации "Лучший проект по техническому творчеству" было представлено двадцать проектов.

Электрифицированный тригонометр — наглядное пособие для уроков математики представляют студенты ОК "Юго-Запад" Иван Дьяконов, Максим Колпаков и Ирина Крынкина.

Макет автоматизированного подиума представляют студенты ОК "Юго-Запад" Степан Асланян и Эльдар Мирзалиев. Устройство предназначено для автоматизированного 3D лазерного сканирования или 3D видеосъёмки.



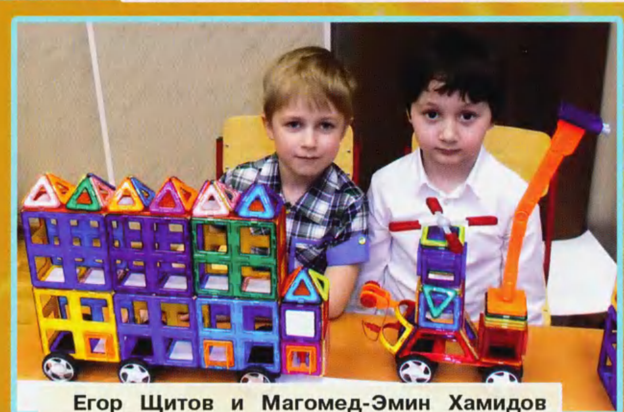
Дипломом 1-й степени награждён студент ГБОУ Московский колледж управления, гостиничного бизнеса и информационных технологий "Царицыно" Даниил Зайцев. Он представил макет устройства контроля качества топлива.



О действующем макете железной дороги с узлами автоматики рассказали Владимир Цухт и Лев Разин — студенты Московского колледжа железнодорожного транспорта Института прикладных технологий ФГБОУ "Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II".



В выставке НТТМ приняли участие и дошкольники из ТСП "Гагаринское" ДО2 и ДО1 ОК "Юго-Запад". Дмитрий Емелькин представил макет радиоуправляемой снегоуборочной машины, созданной на базе макета танка.



Егор Щитов и Магомед-Эмин Хамидов продемонтрировали свои проекты "Автобус будущего" и "Мобилелёт".